

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-317894

(43)Date of publication of application : 16.11.1999

(51)Int.Cl.

H04N 5/225

**G02B 17/08**

H04N 5/335

**(21)Application number : 10-316184**

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 06.11.1998

(72)Inventor : NISHIOKA KIMIHIKO  
WADA YORIO

(30)Priority

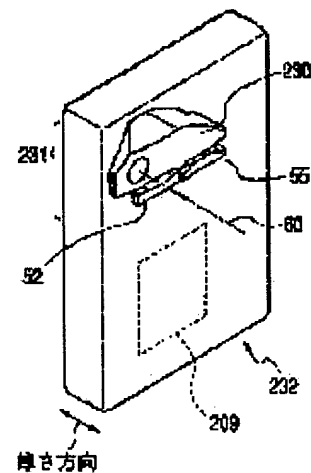
Priority number : 10 53029    Priority date : 05.03.1998    Priority country : JP

**(54) OPTICAL DEVICE**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical device for an electronic image pickup system, an electronic display system or a board unit that is a component of the systems such as digital camera, an electronic endoscope, a PDA (personal digital assistants), a video telephone set, a VTR camera, by unifying components such as an image pickup element and an optical element through a method such as lithography so as to attain miniaturization and to reduce the cost.

**SOLUTION:** A digital camera 232 is configured by using an image pickup unit 231 where free curved face prisms 230 are combined. The free curved face prism 230 is formed so that a light 60 of an object that is made incident onto the free curved face prism 230 is a twisted relation to a ray emitted from the free curved face prism 230 and made incident onto a solid-state image pickup element 55.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Optical equipment an image pick-up or the observation direction, and the beam of light that carries out incidence to an image pick-up element or an eye have the relation of a twist.

[Claim 2] Optical equipment equipped with the sculptured-surface prism the beam of light which carries out incidence to sculptured-surface prism, and the beam of light which carries out outgoing radiation of the sculptured-surface prism have the relation of a twist.

[Claim 3] The movable optical element which includes a lithography process in a manufacture process and which consists of an optical element and an actuator.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to optical equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional digital camera 170 was made by collecting CCD55, a lens 171, drawing 173, a shutter 174, and the solenoid 175 grades for lens focusing as parts of an exception object, respectively, and assembling these, as shown in drawing 22 .

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, part mark increased, the assembly was also troublesome and the limitation was in the miniaturization of a product, highly-precise-izing, and the cost cut. Then, this invention is unifying parts, such as an image pck-up element and an optical element, using technique, such as lithography, and offers a technical problem optical equipments, such as a tabular unit which constitutes those parts, such as electronic image pck-up systems, such as a miniaturization, the digital camera which can be low-cost-ized, an electronic endoscope, PDA (Personal Digital Assistant), a TV phone, a VTR camera, and a television camera, and an electronic display system.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, as for the optical equipment by this invention, an image pck-up or the observation direction, and the beam of light that carries out incidence to an image pck-up element or an eye have the relation of a twist.

[0005] Moreover, the optical equipment by this invention is equipped with the sculptured-surface prism the beam of light which carries out incidence to sculptured-surface prism, and the beam of light which carries out outgoing radiation of the sculptured-surface prism have the relation of a twist.

[0006] Moreover, the optical equipment by this invention has the movable optical element which includes a lithography process in a manufacture process and which consists of an optical element and an actuator.

[0007]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of the optical equipment by this invention is explained using a drawing.

[0008] Drawing 1 is drawing showing the 1st operation gestalt of this invention. The optical equipment of this operation gestalt is constituted as a lens 181,182,183, prism 184, and an electronic image pck-up unit 180 that used the mirror 185 grade. In addition, for a solid state image pickup device and 56, as for a power supply and 58, a substrate and 57 are [ the thin film 53 by which aluminum coating of 52 in drawing was carried out, the reflecting mirror which consists of an electrode 54, and 55 / a switch and 59 ] variable resistors.

[0009] A reflecting mirror 52 is optics. If voltage is impressed between a thin film 53 and an electrode 54, a thin film 53 will deform by the electrostatic force, the focal distance will change, and it has come to be able to perform focus adjustment thereby like SHONZU (Optics Communications) and the membrane mirror shown in 187 or 190 pages 140 volumes (1997). With the image pick-up equipment of this operation gestalt, it is refracted in respect of each plane of incidence of the lens 181, 182 as an optical element, and prism 184, and outgoing radiation, is reflected by the reflecting mirror 52, and is reflected by the reflector of a mirror 185, and after the light 60 from a body is refracted with a lens 183, incidence of it is carried out to a solid state image pickup device 55.

[0010] Thus, the optical equipment of this operation gestalt constitutes image pick-up optical system from optical elements 181 and 182, 184, 185, 183 and a reflecting mirror 52. And especially with the composition of this operation gestalt, aberration of a body image can be made now into the minimum by optimizing the field and thickness of each optical element.

[0011] As for the configuration of a reflecting mirror 52, in the optical equipment of drawing 1, it is often [ using astigmatism etc. as a long ellipse form at Y shaft orientations at an amendment sake ], and specifically good to make it a long ellipse form along the direction at which the incident light to a reflecting mirror 52, the flat surface containing the outgoing radiation light from a reflecting mirror 52, and a reflecting mirror 52 cross. Moreover, with the optical equipment of drawing 1, the reflecting mirror 52 and the solid state image pickup device 55 were made from the exception object, respectively, and it arranges on a substrate 56. However, since a reflecting mirror 52 can also be made from a silicon lithography process etc., a substrate 56 may be formed with silicon and some reflecting mirrors [ at least ] 52 may be formed on a substrate 56 in a lithography process with a solid state image pickup device 55.

[0012] Since the reflecting mirror 52 which is one of the optical elements is unified with a solid state image pickup device 55 by this, it is advantageous in respect of a miniaturization, low-cost-izing, etc. Moreover, you may constitute a reflecting mirror 52 as a mirror of a fixed focus. Even in this case, a reflecting mirror 52 can be made from a lithography process. In addition, a reflecting mirror 52, a solid state image pickup device 55, and a substrate 56 will be doubled, and it will be called the tabular unit 186. A tabular unit is an example of optical equipment.

[0013] Moreover, although illustration is omitted, you may form in one display devices, such as a reflected type liquid crystal display which is one of the display devices, or a penetrated type liquid crystal display, according to a lithography process on a substrate 56. In addition, you may form this substrate 56 by transparent matter, such as glass or a quartz. In this case, what is necessary is to use technology, such as a thin film transistor, and just to form a solid state image pickup device and a liquid crystal display on this glass substrate. Or these display devices may be made from another object, and you may arrange on a substrate 56.

[0014] By forming by the plastics mould, the glass mould, etc., optical elements 181 and 182, 184, 185, 183 can form the curved surface of arbitrary request configurations easily, and are easy to manufacture. In addition, although only a lens 181 separates and is formed from prism 184 with the image pick-up equipment of this operation gestalt, if optical elements 182, 183, 184, 185, and 52 are designed without forming a lens 181 so that aberration can be removed, the optical element except a reflecting mirror 52 will become one optical block, and will become easy [ an assembly ].

[0015] Drawing 2 is drawing showing the 2nd operation gestalt of this invention. With the image pick-up equipment of this operation gestalt, the micro shutter 188 and image pick-up element 55 grade which move by the electrostatic force made with a reflecting mirror 52 and micro machine technology on one silicon substrate 187 are made from the lithography process. And if this silicon substrate 187 and the sculptured-surface prism 189 made from the mould are combined, the image pick-up unit 180 for digital cameras small as optical equipment will be done. In addition, the micro shutter 188 can also serve now as drawing.

[0016] If the sculptured-surface prism 189 is made from a plastics mould, it can be done cheaply.

Moreover, since it is durable rather than it makes from thermoplastics if the sculptured-surface prism 189 is made from an energy hardening type resin, it is desirable. Moreover, the sculptured-surface prism 189 may be constituted using the quality of the material of the property which absorbs infrared light, and the infrared cut-off filter effect may be given. Or the interference film which reflects infrared light in which field in the optical path of the sculptured-surface prism 189 is prepared, and you may make it cut infrared light. The mirror 190 is formed by processing and carrying out the aluminum coat of the silicon substrate 187 to a concave surface. What improved the shutter as shown in drawing 8 of JP,10-39239,A and drawing 9 can be used for the micro shutter 188.

[0017] Drawing 3 is the enlarged view of the micro shutter 188 neighborhood which looked at the optical equipment of drawing 2 from the upper part. By giving the potential difference to a fixed electrode 191 and the electrode 193 prepared in each of a gobo 192, the micro shutter 188 can open two gobos 192 right and left by the electrostatic force, or can be closed now. Here, a triangular crevice is prepared in the center of the side near the gobo 192 of another side, and two gobos 192 are installed in each of two gobos 192 in a completely different class, if it picturizes where a gobo 192 is opened to the middle, it will operate as drawing, and it will become a shutter if a gobo 192 is closed completely. A power supply 196 can change the polarity of  $\pm$  now, and two gobos 192 move to an opposite direction in connection with it. Moreover, when it closes completely, two gobos 192 are designed so that it may lap somewhat, as shown in drawing 2. The micro shutter 188 has the merit that it can make from a lithography process together with a reflecting mirror 52 and a solid state image pickup device 55. In addition, as a micro shutter 188, you may use a micro shutter as shown in drawing 47 of JP,10-39239,A besides the above. Or the shutter which operates by means of a spring may be manufactured like the shutter of the usual film camera as a shutter used for the image pck-up equipment of this operation gestalt, and this may be installed in a silicon substrate 187.

[0018] Moreover, it is good also as composition which formed drawing 197 for the image pck-up equipment of this operation gestalt separately as shown in drawing 2. As drawing 197, a tris diaphragm which is used for the lens of a film camera is sufficient, or the thing of composition so that two or more perforated panels as shown in drawing 4 may be made to slide may be used. Or you may be fixed drawing which does not change the effective-area product of drawing. Moreover, the micro shutter 188 is operated only as drawing and you may make it achieve it about a shutter function as drawing using the element shutter of a solid state image pickup device 55. Moreover, it is good also as composition which made at least one of an electrode 54, a mirror 190, the micro shutter 188, and the image pck-up elements 55 as another parts, and has arranged the image pck-up equipment of this operation gestalt on one substrate with the remaining members. In addition, it is good also as composition which arranged the liquid crystal adjustable mirror 252 grade which has arranged the liquid crystal variable-focus lens in the front face of a mirror as another example of the reflecting mirror 52 which is one of the optical property good light variation study elements about the image pck-up equipment of this operation gestalt as shown in drawing 5.

[0019] Drawing 5 is drawing showing an example (image pck-up equipment 253) of image pck-up equipment which used the liquid crystal adjustable mirror 252. The liquid crystal adjustable mirror 252 has composition which has arranged the twist nematic liquid crystal 257 between the electrodes 256 by which the coat was carried out to the front face of the substrate 255 of the shape of a transparent electrode 254 and a Fresnel lens. Spiral pitch  $P$  of the twist nematic liquid crystal 257  $P < 3\lambda$  ... (1)

\*\*\*\*\* -- it is like Here,  $\lambda$  is the wavelength of light. Since the twist nematic liquid crystal 257 is not depended in the polarization direction of an incident light but a refractive index becomes almost isotropic when filling a formula (1), an adjustable focal mirror without dotage is obtained without preparing a polarizing plate. In addition, in the digital camera of a low cost, the spiral pitch  $P$  of the twist nematic liquid crystal 257  $P < 15\lambda$  ... (2)

It comes out, and even if it is, it may be able to be used practically.

[0020] Drawing 6 is drawing showing the 3rd operation form of this invention. The optical equipment 204 of this operation form has composition which formed reflected type LCD199, the reflecting mirror 52, and the solid state image pickup device 55 in the transparent substrate 198, and combined the sculptured-surface prism 189 which is an optical block. The lens 200 which is an optical element, the low pass filter 201, and IC203 are also doubled and formed in the transparent substrate 198, and the transparent tabular unit 202 is formed by these. IC203 is LSI with functions which perform reflected type LCD199, a reflecting mirror 52, IC that drives solid-state-image-pickup-device 55 grade or control, and an operation, such as CPU and memory. Although a solid state image pickup device 55, a reflecting mirror 52, and the reflected types LCD199 and IC203 may be manufactured separately, respectively and may be stuck on the transparent substrate 198, if it forms in the front face of the transparent substrate 198 using thin-film-transistor technology by being made from contest low-temperature polysilicon [ an amorphous silicon and ], continuous grain boundary crystal silicon (Asahi Shimbun with '98.1.14), etc., it is advantageous in respect of a miniaturization, lightweight-izing, and highly-precise-izing.

[0021] Drawing 7 is the perspective diagram of the low pass filter 201 used for the optical equipment 204 of this operation form. A low pass filter 201 is a low pass filter of a pupil assembled die, and consists of two flat surfaces which have a twist relation. In addition, this low pass filter 201 is also one of the optical elements. In addition, as for the transparent substrate 198, in this operation form, making from the mould of glass or a resin is good.

[0022] It is the point that the field which the optical equipment 204 of this operation gestalt reflects light, and is refracted can be established in both the sculptured-surface prism 189 and the transparent tabular unit 202, and it is easy to carry out amendment of aberration, and the image pck-up unit 180 of the operation gestalt shown in drawing 2 is excelled. In addition, optical elements, such as a lens, may stick and make the curved-surface-like resin thin film 205 on the front face of a transparent member like for example, lens 200b. Such a method is called thin film lens technology.

[0023] Drawing 8 is drawing showing the 4th operation gestalt of this invention. The optical equipment 207 of this operation gestalt is constituted by combining the transparent tabular unit 202 and the tabular unit 186. In addition, although the transparent substrate 198 is advantageous on aberration amendment since the flexibility of aberration amendment increases if a lens 208 is formed in another object, it is not necessary to form a lens 208. A display 209 and IC203 are formed in the transparent tabular unit 202, and the lens 210,211 further manufactured with thin film lens technology is formed in it. In addition, in case a lens 212 manufactures the transparent substrate 198, it is really formed in the transparent substrate 198 with the technology of a mould. The tabular unit 186 is constituted like the tabular unit 186 of the operation gestalt shown in drawing 2 . The slash section 214 is a black film for shading for removing the stray light, and can be made from the three-layer vacuum evaporatono of Cr-CrO<sub>2</sub>-Cr, paint of a black paint, or printing. In addition, what is necessary is just to form the slash section 214 in the front face of the transparent substrate 198, the side, and the interior, and it may be necessary to prepare it in them if needed.

[0024] Although the liquid crystal display which is an example of a display 209 can be made on transparent substrates, such as glass, with thin-film-transistor technology, if solid-state-image-pickup-device 55 grade is not on a silicon substrate, it will be hard to make it. Since the optical equipment 207 of this operation gestalt divided and constituted the solid state image pickup device 55 and the substrate which should form a display 209, it can do cost at a low price rather than it makes on the same substrate. In addition, it is infrared light to the transparent substrate 198 of the optical equipment 207 of this operation gestalt, or the quality of the material of a lens 211. Or you may prepare the interference film which has an infrared cut function in the front face of a thin film 53, a lens 212, or transparent substrate 198 grade. Furthermore, the optical equipment 207 of this operation gestalt removes a solid state image pickup device 55, and may be constituted as display which gave an observation function like opera glass to optical system.



[0025] Drawing 9 is drawing showing the 5th operation gestalt of this invention. The optical equipment 246 of this operation gestalt is constituted by combining the tabular unit 245 and the sculptured-surface prism 189. The tabular unit 245 arranges a substrate 240 and the tabular unit 244 in which IC203 was formed in the substrate 241 which consists of silicon of low quality etc. on one substrate 240 at the substrate 242 which serves as a reflecting mirror 52, a mirror 190, and the tabular unit 243 in which the micro shutter 188 was formed from quality silicon, and is constituted. Although it will be hard to form them if a solid state image pickup device 55 and IC203 grade are not on quality silicon, the silicon of low quality is sufficient as a mirror 190, the micro shutter 188, and reflecting mirror 52 grade. Since the tabular unit 243,244 which is an optical unit was formed in the separate substrate from which quality differs according to the optical equipment 246 of this operation gestalt, the amount of the part and the quality silicon used can be reduced, and it is advantageous on cost. The leg 247,248 is formed in the sculptured-surface prism 189, and a leg 247,248 can be adjusted as the design value of a request of the optical length between each side, when uniting with the tabular unit 245.

[0026] Drawing 10 is drawing showing the 6th operation gestalt of this invention. The optical equipment of this operation gestalt constitutes the image pick-up equipment for digital cameras combining the tabular unit 243 and a solid state image pickup device 55 through the sculptured-surface prism 189. Since the solid state image pickup device 55 was separated and constituted from a substrate 241 which consists of silicon of low quality etc. according to the optical equipment of this operation gestalt, commercial CCD etc. can be used as a solid state image pickup device 55, and cost can be reduced. In addition, although not illustrated, it is good to form a liquid crystal display etc. in the optical equipment of this operation gestalt still more nearly independently, and to use for it as a finder of a digital camera.

[0027] Moreover, instead of arranging a reflecting mirror 52, a mirror 190, and the micro shutter 188 on one substrate in this operation gestalt, as shown in drawing 11, you may arrange around the sculptured-surface prism 189 on an exception object, respectively. In this case, since the optic of a reflecting mirror 52, a mirror 190, and micro shutter 188 grade can be made separately, it becomes possible to communalize those parts with the parts of other products. Moreover, since only good parts can be collected and a product can be made even when the yield (rate of success at the time of manufacture) of each optic is bad, the yield as a product can be raised compared with the case where each optic is made on one substrate.

[0028] Moreover, as shown in drawing 10, you may arrange the liquid crystal shutter 249 which is one of the permeability adjustable elements in the front face of a solid state image pickup device 55. In this case, the micro shutter 188 may be operated as drawing and may be operated as a shutter together with the liquid crystal shutter 249. Or the micro shutter 188 may be excluded and operation of a shutter may be carried out by the liquid crystal shutter 249 and the element shutter function of a solid state image pickup device 55. In addition, since there is no mechanical moving part in the liquid crystal shutter 249, the composition which excluded the micro shutter 188, then mechanical structure can be simplified.

[0029] Drawing 12 is drawing showing the 7th operation gestalt of this invention. The optical equipment 217 of this operation gestalt has the composition of having formed the lens 216 with a leg which is an example of a movable optical element. In addition, optical equipment 217 has composition which combined a solid state image pickup device 55 and the sculptured-surface prism 189 with the transparent substrate 198 other than the lens 216 with a leg. The lens 216 with a leg It is free space optics (M.C.Wu, L.-Y.Lin, S.-S.Lee, Sensors and Actuators A50 (1995) 127-written by K.S.J.Pister 134, etc.) under a lens 218. The leg 219 which the leg 219 made with the micro machine technology of reference etc. consists of by being attached It connects with electrode 219b (drawing 13) equivalent to electrode 193b shown in below-mentioned drawing 17 slid by the electrostatic force, and when electrode 219b slides, it is made so that the angle theta shown in drawing 13 may change. The intersection P1 with a leg 219, and P2 When angle theta changes, it

moves on the front face of the transparent substrate 198. And the lens 216 with a leg has come to be able to perform focus adjustment by changing the angle  $\theta$  of a leg 219 and changing the distance Z of a lens 218 and the transparent substrate 198. In addition, between the transparent substrates 198 and the sculptured-surface prism 189 which are shown in drawing 12, the air interval is slightly prepared so that the light 60 from a body may carry out total reflection in Point A. Moreover, drawing 13 is drawing showing an example of the image pck-up equipment of simple composition of coming to combine the lens 216 with a leg, the transparent substrate 198, and a solid state image pickup device 55 as a modification of this operation gestalt.

[0030] Drawing 14 is drawing showing the octavus operation gestalt of this invention. The optical equipment of this operation gestalt constitutes the finder of a digital camera as an example of observation equipment. The optical equipment of this operation gestalt has composition equipped with mirror 216 with leg B which reset the lens 218 of the lens 216 with a leg shown in drawing 12 and drawing 13 by mirror 218B. In addition, the optical equipment of this operation gestalt is equipped with the tabular unit 186 which consists of a transparent substrate 198 and a lens 211, and the sculptured-surface prism 189 besides mirror 216 with leg B. The optical equipment of this operation gestalt can perform diopter adjustment now by making a leg 219 slide and changing the distance Z of mirror 218B and the transparent substrate 198.

[0031] The lens 216 with a leg shown in drawing 12 and drawing 13 has an electrostatic lens as other examples of a moving lens used as an example of the moving lens which is one of the movable optical elements. Drawing 15 is the composition schematic diagram of the electrostatic lens in which other examples of the moving lens used for the operation gestalt of this invention are shown. The electrostatic lens 220 has composition equipped with the lens 218, the electrode 221, 222, the damper 223, etc. By applying voltage between an electrode 221 and an electrode 222, this electrostatic lens 220 can change the distance between a lens 218 and the transparent substrate 198 by the electrostatic force, and can use it now for focus doubling, zooming, etc. In addition, a damper 223 eases a shock in case a lens 218 is held and a lens 218 moves. In addition, it is good also as a movable optical element which resets to the mirror 225 as shows a lens 218 to drawing 16, considers as the movable mirror 226, and uses this for the operation gestalt of this invention.

[0032] Drawing 16 is drawing showing the 9th operation gestalt of this invention. The optical equipment 228 of this operation gestalt has composition equipped with the reflecting mirror 52 which is one of the optical property good light variation study elements, the movable mirror 226 which is one of the movable optical elements, and the self-propelled lens 227 which is an example of the moving lens which is one of the movable optical elements. Moreover, in addition to this, optical equipment 228 is equipped with a silicon substrate 187 and the sculptured-surface prism 189. And optical equipment 228 can perform ZOOM and a focus now by changing the position of the focal distance of a reflecting mirror 52, the self-propelled lens 227, and a mirror 225. In addition, you may make it give the infrared cut effect using the material which absorbs infrared light for the sculptured-surface prism 189 used for this operation gestalt. As shown in drawing 17, the self-propelled lens 227 can be equipped with Electrodes 193a and 193b and the lens 218 fixed to electrode 193b, can be constituted, and can move now the lens 218 which gave the potential difference between two electrodes 193a and 193b of a pectinate, and was fixed to electrode 193b by the electrostatic force.

[0033] By the way, a miniaturization of a digital camera is desired, and especially the thin card type digital camera excels and is convenient for portability in recent years. However, with the image pck-up equipment which combined the conventional optical system as shown in drawing 22, and the electric system, the limitation was in the miniaturization. Then, it also enables it to offer the image pck-up equipment and optical equipment which are used for a thin card type digital camera etc. in this invention.

[0034] Drawing 18 is drawing showing the 10th operation gestalt of this invention. The optical equipment of this operation gestalt constitutes the digital camera 232 using the image pck-up unit

231 which combined with the tabular unit the sculptured-surface prism 230 which is one of the optical blocks. In addition to this, the display 209 of a liquid crystal display etc. is formed in the digital camera 232. And the digital camera 232 of this operation gestalt can picturize now the body with which the image pck-up unit 231 is located in the direction parallel to the thickness direction of a digital camera 232. Drawing 19 and drawing 20 are drawings having shown the configuration of the sculptured-surface prism 230 in detail, and drawing where drawing 19 saw the sculptured-surface prism 230 from the upper part, and drawing 20 are drawings which saw the sculptured-surface prism 230 from the body side. After it reflected the light 60 from a body by the reflector R1, and it changes the sense in the direction which is in XY flat surface and faces to a reflecting mirror 52 and being reflected in it by the reflecting mirror 52, the sculptured-surface prism 230 is formed so that it may be reflected by the reflector R2 and image formation can be carried out to a solid state image pickup device 55. Thus, if the form of the sculptured-surface prism 230 is made so that the beam of light m which carries out outgoing radiation of the sculptured-surface prism 230 to the incident light 60 which carries out incidence to the sculptured-surface prism 230 from a body, and carries out incidence to a solid state image pickup device 55 may become the relation of a twist, thickness of a digital camera 232 can be thin-shape-ized to the same extent as the width W of a solid state image pickup device 55. In addition, optical elements, such as a usually used lens, prism, and sculptured-surface prism like the optical block 189 shown in drawing 2, may be arranged, and optical system may be formed so that the beam of light m and the incident light 60 from a body which carry out incidence to a solid state image pickup device 55 instead of may become the relation of a twist. [ the sculptured-surface prism 230 ] Moreover, the interference film 233 which cuts infrared light is formed in the field in the optical path of the sculptured-surface prism 230, and you may make it cut infrared light into it.

[0035] Drawing 21 is drawing showing the 11th operation gestalt of this invention. The optical equipment of this operation gestalt is an example different from the digital camera shown in drawing 18, and constitutes the digital camera 234 using the small image pck-up unit 180 for digital cameras shown in drawing 2. And the image pck-up unit 180 for digital cameras with the small digital camera 234 of this operation gestalt can picturize now the body of the thickness direction of a digital camera 234, and the right-angled direction. Since according to the digital camera 234 of this operation gestalt the small image pck-up unit 180 for digital cameras is arranged so that the incident light 60 from a body and the thickness direction of a digital camera 234 may intersect perpendicularly, thickness of a digital camera 234 can be made thin. In addition, you may use for the image pck-up system of a digital camera the tabular unit of this invention and any of equipment other than an image pck-up unit which show drawing 18 and drawing 21. Moreover, you may use the tabular unit of this invention, and equipment for the optical system of PDA except a digital camera, and image pck-up equipment.

[0036] By the way, electronic image pck-up equipments, such as an electronic camera and a video camera, have been increasing in number in recent years. That to which they combined the lens system 2 with the solid state image pickup device 1 as shown in drawing 33 was almost the case. However, eye a complicated hatchet and part mark had much structure, the assembly of structure was also troublesome, and the above-mentioned thing had a limitation in the miniaturization and the cost cut. Then, it is small and also enables it to offer the cheap electronic image pck-up equipment of cost in this invention.

[0037] The optical equipment of this invention which attains the above-mentioned purpose arranges an image pck-up element and an optical element in the front face of one transparent substrate at least, is itself or has an image pck-up function by adding another parts.

[0038] Drawing 23 is drawing showing the 12th operation gestalt of this invention. The optical equipment of the 12th operation gestalt forms the sculptured surfaces 4 and 6 and the diffraction optical element (henceforth DOE) 5 which are an optical element in both sides of one transparent substrate 3 which consists of glass, crystals, plastics, etc., and forms a solid state image pickup

device 1 in them using a silicon thin film technology etc. further. This is called tabular image pck-up unit 7. A sculptured surface is a field which consists of nonrotation plane of symmetry, and is a curved surface which does not have plane of symmetry further or only the whole surface has plane of symmetry. A sculptured surface is used for both a refraction operation and reflex action. With this operation gestalt, it is refracted by the sculptured surface 4, is deviated and reflected by off-axis type DOE5, and reflects by the sculptured surface 6, and image formation of optical 7' from the body which is not illustrated is carried out on a solid state image pickup device 1. Since amendment of aberration is made by sculptured surfaces 4 and 6 and DOE5, the good picture same with having carried out image formation by the usual lens system carries out incidence to a solid state image pickup device 1. Sculptured surfaces 4 and 6 are methods, such as a mould, and DOE5 is methods, such as a mould or lithography, and they may form it simultaneously with a solid state image pickup device 1. Although a solid state image pickup device 1 may be formed by the technique of direct lithography on the transparent substrate 3, when it is difficult, it manufactures the solid state image pickup device 1 separately, and may unite with the transparent substrate 3 later. Or although not illustrated, parts, such as a lens, may be added to the exterior of the tabular image pck-up unit 7, and you may constitute so that it may have an image pck-up function in them and the tabular image pck-up unit 7.

[0039] Drawing 24 is drawing showing the 13th operation gestalt of this invention. The optical equipment of the 13th operation gestalt is the unit for Personal Digital Assistant equipments which formed the image pck-up unit 7 in the 12th operation gestalt on the transparent substrate 3 together with the TFT liquid crystal display 8, IC9 of a circumference circuit, and the microprocessor 10. You may form IC (LSI) with functions, such as memory and a telephone, in the image pck-up unit 7 together further. Moreover, the finder 11 of electronic image pck-up equipment is also formed in the transparent substrate 3. The thing which prepared the visual field frame on the transparent substrate 3 and which could only be easy, formed the concave lens 12 and the convex lens 13 in both sides of the transparent substrate 3 as shown in drawing 25, and was used as the Galileo telescope type finder is sufficient as this. Or at least one side of a concave lens 12 and a convex lens 13 is prepared in the exterior of the transparent substrate 3, and it is good also as a finder together with the lens on the transparent substrate 3.

[0040] Drawing 26 is drawing showing the 14th operation gestalt of this invention. The optical equipment of the 14th operation gestalt is the possible tabular image pck-up unit of focus control. When performing a focus in the tabular image pck-up unit 14, it is impossible to move mechanically the position of DOE5 and sculptured-surface 6 grade shown in drawing 23. Then, in the tabular image pck-up unit 14 of this operation gestalt, the focal distance uses the adjustable optical element 15. Drawing 27 shows an example of an optical element 15, and is the adjustable focus DOE 17 using the macromolecule distribution liquid crystal 16. The slot about [ of light ] wavelength is formed in one [ at least ] field of the transparent substrate 18, and since it will gather as the direction of the liquid crystal molecule 20 is shown in drawing 28 if voltage is applied to the transparency electrode 19, the refractive index of the macromolecule distribution liquid crystal 16 falls. On the other hand, since the direction of the liquid crystal molecule 20 is random if voltage is not applied, the refractive index of the macromolecule distribution liquid crystal 16 increases. Therefore, the adjustable focus DOE 17 can change a focal distance in ON of voltage, and OFF. Since the macromolecule distribution liquid crystal 16 will become a solid-state mostly if the weight ratio to the liquid crystal molecule 20 is enlarged to some extent above (for example, 25% or more), it is not necessary to prepare a substrate in the right-hand side of the macromolecule distribution liquid crystal 16. Moreover, as shown in drawing 29, the field on the right-hand side of the macromolecule distribution liquid crystal 16 and the field on the left-hand side of the transparent substrate 18 may be made into a curved surface 21, and you may use for a lens operation and aberration amendment. In both the examples shown in drawing 27 and drawing 29, it is good also considering the field on the right-hand side of the transparent substrate 18 as not a DOE side but a

Fresnel side. At this time, DOE17 acts as an adjustable focal Fresnel lens. Furthermore, as shown in drawing 54, it is good also considering the field on the right-hand side of the transparent substrate 18 as a curved surface like the usual lens.

[0041] Moreover, you may give the effect of an infrared cut-off filter to the transparent substrates 3 and 18 mentioned above. Drawing 30 is drawing showing the 15th operation gestalt of this invention. The optical equipment of the 15th operation gestalt is the tabular image pick-up unit which used the reflected type adjustable focal deflection flannel mirror 22. As shown in drawing 31, the reflector 23 is formed, and since the adjustable focal deflection flannel mirror 22 changes the refractive power of the Fresnel side 26 by performing adjustable [ of voltage ] by opening and closing or variable resistance 25 of a switch 24, it operates as a deflection flannel mirror of an adjustable focus. It is good also as DOE instead of the Fresnel side 26.

[0042] In addition, you may use the adjustable focus DOE 17 in the above-mentioned operation gestalt, and the deflection flannel mirror 22 for the variable-focus lens for optical disks from which it not only uses for the tabular image pick-up unit 7, but usual image pick-up equipment or thickness differs as shown in drawing 32, an electronic endoscope, a TV camera, a film camera, etc. Moreover, when the liquid crystal (the Japan Chemical Industry Association monthly report February, 1997 issue p.14 to p.18) of a tolan system, Dainippon Ink DON-605:N-1 [ for example, ] etc., is used as liquid crystal to be used, the viscosity of liquid crystal is low, and an optical anisotropy is large ( $\Delta n = 0.283$ ;  $\Delta n$  expresses an optical anisotropy and is the difference of the length of the main shaft of an index ellipsoid), and, in addition, it is [ a switch of a high-speed focal distance can Next, the light source optical system for light guides used for an endoscope or industrial use test equipment, such as an electronic endoscope which is one of the electronic image pick-up systems or fiberscope, and a rigid mirror, is described.

[0043] With the conventional technology, as shown in drawing 34, an aspheric lens 32 is before a light guide 31, and the light from a lamp 33 is brought together in the end face of a light guide 31. It is sufficient as a lamp 33, the light sources, for example, the semiconductor laser etc., other than a lamp etc. When the angle which an incident light makes to the normal of the plane of incidence of a light guide 31 is set to  $\theta$  and incident-light intensity is set to  $I$ , the relation between  $\theta$  and  $I$  comes to be shown in drawing 35. The value of  $I$  is maintaining about 1 constant value to  $\theta$ , and is  $\theta \sin \theta$ . Since a beam of light is lost by the way, it is set to 0. It is  $\theta = \theta \sin \theta$  that considering the solid angle of incoming beams incident-light energy serves as the maximum. It is near. Therefore, a light guide 31 is incident angle  $\theta \sin \theta$ . Like [ which can transmit light ]  $NA \geq \theta \sin \theta$  ... (3)

\*\*\*\*\* -- things were required However, the glass of a light guide colored it yellow and there was a fault which produces the fall of a color reproduction and the fall of the transmission quantity of light as  $NA$  was enlarged.

[0044] Hereafter, the light source optical system which can solve the trouble of the above-mentioned conventional technology is explained. As shown in drawing 36, the 1st example arranges the DCC lens 34, reverses a center and the circumference by the total reflection in side 34' of the DCC lens 34 among the flux of lights from a lamp 33, and carries out incidence to a condenser lens 35. In addition, in the DCC lens 34, it is KKono et al.:Opt.Rev.4 (1997)423. As there being explanation, Ends are the optical elements of the shape of a cylinder by which a concave-side side reflects light in a cone. Carry out total reflection of the incident light in side 34', or attach a metal membrane to the side, it is made to reflect, and the main beam of light a and the surrounding beam of light b are reversed among incoming beams, for a beam of light a to carry out around a condenser lens 35, and a beam of light b is made to carry out incidence to the center of a condenser lens 35. At the center, if it does in this way, as shown in drawing 37, since the relation between  $\theta$  and  $I$  becomes low (theoretically 0), it can transmit a lot of [ the small light guide of  $NA$  ] quantity of light, and the above-mentioned trouble will cancel it on the outskirts, highly (theoretically infinite). In addition, the DCC lens 34 can be made from fabrication of transparent matter, such as glass,

plastics, and rubber, or grinding. If you may divide and make to two members 36 and 37 and it divides and makes to two isomorphous members especially as shown in drawing 38 when it is hard to process DCC34 of the configuration shown in drawing 36, a mold can be shared and it is advantageous in cost.

[0045] The example of a design of a DCC lens is shown below. If  $t$  defines inside web thickness of the DCC lens 34 and the following formula (5) defines [ a refractive index ]  $n$ ,  $1/2\alpha$  of the vertical angle of a DCC lens, and  $\phi$  for  $n$  and incoming beams quantity (= injection flux of light quantity), as shown in drawing 39  $t = \{1 - \cot \alpha - \cot (\alpha + \phi)\}$  and  $h / \cot (\alpha + \phi) \dots$  (4)  
 $\sin \phi = \cos \alpha / n \dots$  (5)

There is \*\*\*\*\*. Here, if  $n = 1.53$ ,  $h = 12.7\text{mm}$ , and  $\alpha = 45$  degrees, although it will be set to  $\phi = 27.527$  degrees and  $t = 27.645\text{mm}$ , if a margin is seen a little and the diameter  $D$  of the DCC lens 34 is set to  $30\text{mm}$ ,  $t$  needs to enlarge  $t'$  of the following formula (6).

[0046]

$t' = (D / 2 - h)$  and  $\tan (90 \text{ degree} - \alpha - \phi) \dots$  (6)

Therefore, being referred to as  $t = 28.369\text{mm}$  is good. On the other hand, if  $D$  is made larger than  $2h$  too much, it is disadvantageous in cost.  $D \leq 3h + 5 \dots$  (7)

It is good to carry out \*\* satisfactory. Therefore, as for  $t$ , it is good to decide that the following conditions (8) are fulfilled.

[0047]

$0.6 \times \{(1 - \cot \alpha - \cot / (\alpha + \phi) \cot) (\alpha + \phi) \times h \leq t \leq \{(1 - \cot \alpha - \cot (\alpha + \phi) ) / \cot\} (\alpha + \phi) \times h + 5 (D / 2 - h)\}$   
 $- \cot (\alpha + \phi) \dots$  (8)

If less than the minimum of conditions (8), it arises [ KERARE of the flux of light near a light source center ] and is disadvantage, and if it exceeds an upper limit, KERARE of the flux of light of the light source circumference generates and is disadvantage. As mentioned above, as for the inside web thickness  $t$  of a DCC lens, it is good to decide that the above-mentioned conditions (5) and (8) are fulfilled. in addition -- the case where divided the DCC lens 34 into two and it is manufactured as shown in drawing 38 -- the center -- thick -- if the sum of the inside web thickness of each of 36 and 37 is taken as  $t$ , the above-mentioned conditions (5), (7), and (8) are applicable Moreover, as shown in drawing 40, owing to, the core of the injection flux of light from a lamp 33 is black, and the filament of the core of a lamp 33 may fall out. That is, there is no light energy of the slash section of a diameter  $d$ . However, the black omission of the injection flux of light can be lost with the DCC lens 34 also in this case.

[0048] While divided the DCC lens into two and the 2nd example makes a member 38 a curved surface with a convex lens operation, as shown in drawing 41. In this case, since a condenser lens is omissible, there is a merit whose cost reduction is possible. If the refractive index of  $f$  and a member 38 is set [ the radius of convex curve 38' of the cross section of a member 38 ] to  $n$  for the focal distance of  $R$  and the condenser lens to omit  $1/f \times (n-1)/R \dots$  (9)

\*\*\*\*\* -- what is necessary is just to decide  $R$  like You may make it the configuration which makes members 36 and 38 one also in this operation gestalt. Moreover, when the injection flux of light from a lamp 33 is not the parallel flux of light similarly, the cross-section configuration of plane-of-incidence 36' of a member 36 is made into a curved surface, and you may make it the flux of light passing through the inside of a member 36 turn into the parallel flux of light. It is also possible to make the injection side of the member 36 besides the above and plane of incidence of a member 38 into a curved surface, respectively.

[0049] According to the light source optical system explained above, NA can transmit a lot of [ a comparatively small light guide with little coloring ] quantity of light. Next, it is \*\* PE \*\* about the method of aligning a microlens on a substrate.

[0050] In the light equipment for light guides used for an endoscope etc., as generally shown in drawing 42, the optical system which arranges a concave lens 100 to the end face of a light guide

104 is known. Moreover, without enlarging light guide optical system, as a method of raising a luminous-intensity-distribution property, with the conventional technology, as shown in drawing 43, how to form the spherical lens array 103 which arranged the spherical lens 101 in in the shape of an array two-dimensional on the substrate 102 in the end face of a light guide 104 is considered. In order to acquire a good luminous-intensity-distribution property, as shown in drawing 44, it is desirable to have located the spherical lens 101 in a line densely. However, although the spherical lens used here is about several micrometers and how to consider as the means where such a particle is aligned densely, and to use gravity can be considered, it is very difficult to align regularly a particle with a diameter of 1 micrometer – about dozens of micrometers two-dimensional using gravity. Moreover, if mass production is considered industrially, the need of making it forming in a substrate with a comparatively big area for a short time will arise.

[0051] Hereafter, how to solve the trouble of the above-mentioned conventional technology is explained. In case a substrate is put in into the liquid which distributed the spherical member and a substrate is pulled up from a liquid, near the boundary, the self-accumulation phenomenon in which the flow accompanying the surface tension of a liquid and evaporation of a liquid occurs, and a particle aligns in the shape of a crystal on a substrate is known (KNagayama ed.: "Protein Array-An Alternative Biomolecular System", Adv.Biophys.(Tokyo) 34 (1997), and Japan Scientific Soc.Press). The 1st example uses this self-accumulation phenomenon as a means to align a minute lens on a substrate. As shown in drawing 45, by dipping the member used as a substrate 102, pulling up a substrate 102 vertically or horizontally, and evaporating a liquid in the liquid 105 which distributed the minute spherical lens 101, the minute spherical lens 101 can be densely aligned on a substrate 102, and a spherical lens array can be manufactured.

[0052] The 2nd example can align the spherical lens 101 at a substrate 102 by distributing the spherical lens 101 on a substrate 102, and vibrating a substrate 102, as shown in drawing 46.

[0053] If the spherical lens aligned by the method explained above is fixed with adhesives etc., the spherical lens array regularly located in a line can be manufactured easily. Especially, also by the substrate of a comparatively large area, it can manufacture easily and, also industrially, there is a merit.

[0054] Moreover, if the spherical lens array 103 is made two-layer as shown in drawing 47, a luminous-intensity-distribution property will improve further. Drawing 48 shows the distribution of intensity  $I$  to the luminous-intensity-distribution property  $\theta$  of light equipment, i.e., the angle of injection light. When the solid line has arranged the concave lens to the end face of a light guide 104 and the dashed line has arranged the above 1st and the monolayer lens array of the 2nd example, an alternate long and short dash line shows the case where the two-layer lens array shown in drawing 47 has been arranged, and when the two-layer lens array has been arranged, the luminous-intensity-distribution property is improving.

[0055] Moreover, the spherical lens array manufactured by this technique is applicable also to condensing of the back light of a liquid crystal display element, as shown in drawing 49. In this view, the flux of light from a back light 109 penetrates the spherical lens array 103, and illuminates the liquid crystal display element 110. By this, the light from a back light 109 can be condensed efficiently, and a bright liquid crystal display element can be realized.

[0056] Furthermore, as shown in drawing 50, the aperture efficiency of an image pick-up element improves sharply by forming the spherical lens array 103 manufactured by this technique just before the image pick-up elements 111, such as CCD.

[0057] In addition, there is a possibility that the array of the particle which aligned when viscous high adhesives were used as a method of fixing the minute particle which aligned on the substrate although use of adhesives 113 could be considered as shown in drawing 51 may be confused. Moreover, there is a possibility that permeability may fall, by chemical change of the adhesives itself. Especially in the case of a medical-application endoscope, since the sterilization work in an elevated temperature is indispensable, the method of not using adhesives is desirable. Then, as shown in

drawing 52 , it inserts using the base material 112 of one more sheet, and how to close ends can be considered. Furthermore, it can melt by heating a substrate or a spherical lens, and can also be made to fix mutually, as shown in drawing 53 .

[0058] According to the method explained above, a minute spherical lens can be easily arranged in on a substrate densely, and improvement in the miniaturization of an endoscope point, a back light with a bright liquid crystal display element, and the condensing efficiency of a solid state image pickup device etc. can be realized.

[0059] As explained above, as for the optical equipment by this invention, image pck-up equipment, display, image formation equipment, etc., it is desirable to have the feature shown in the following additional remarks.

Additional remark [0060] 1. Optical equipment which arranged an optical element, a shutter, drawing, and 1 or more of display devices and an image pck-up element in one substrate at least.

[0061] 2. Optical equipment which arranged two or more of an optical element, a shutter, drawing, a display device, image pck-up elements, etc. in one substrate.

[0062] 3. Optical equipment which arranged two or more of an optical element, a shutter, drawing, etc. in one substrate.

[0063] 4.1 substrate -- at least -- an image pck-up element, an optical element, a shutter, drawing, and \*\* -- the optical equipment which arranged inner one or more and an inner display device

[0064] 5. Optical equipment given in any of additional remark term 1 to which aforementioned optical element is characterized by being optical property good light variation study element, or additional remark term 4 they are.

[0065] 6. Optical equipment given in additional remark term 5 to which aforementioned optical property good light variation study element is characterized by being adjustable focal optical element.

[0066] 7. Optical equipment given in additional remark term 5 to which aforementioned optical property good light variation study element is characterized by being adjustable focal mirror.

[0067] 8. Optical equipment given in any of additional remark term 1 to which aforementioned optical element is characterized by being movable optical element, or additional remark term 4 they are.

[0068] 9. optical equipment given in any of the additional remark term 1 to which the aforementioned optical element makes it the feature to have been made using thin film lens technology, or the additional remark term 4 they are

[0069] 10. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 to which the aforementioned optical element is characterized by being a mirror, or the additional remark term 4 they are.

[0070] 11. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 to which the aforementioned optical element is characterized by having an infrared light cut function, or the additional remark term 4 they are.

[0071] 12. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 characterized by forming on a silicon substrate, or the additional remark term 11 they are.

[0072] 13. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 characterized by the aforementioned substrate being transparent, or the additional remark term 11 they are.

[0073] 14. Optical equipment given in the additional remark term 13 characterized by the aforementioned substrate having an infrared light removal function.

[0074] 15. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 characterized by a part of aforementioned substrate [ at least ] being opaque, or the additional remark term 14 they are.

[0075] 16. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 which uses a lithography process for manufacturing the aforementioned optical equipment, or the additional remark term 15 they are.

[0076] 17. Optical equipment given in any of the additional remark term 1 containing various kinds IC or LSI, or the additional remark term 16 they are.



- [0077] 18. Equipment given in any of the additional remark term 1 equipped with an optical block and the aforementioned optical equipment, or the additional remark term 17 they are.
- [0078] 19. Equipment given in any of the additional remark term 1 equipped with an optical element, an optical block, and the aforementioned optical equipment, or the additional remark term 18 they are.
- [0079] 20. Equipment given in the additional remark term 18 or the additional remark term 19 in which the aforementioned optical block has an infrared light cut function.
- [0080] 21. Equipment which combined the transparent optical equipment of a publication with any of optical equipment given in any of the additional remark term 1 or the additional remark term 11, and the additional remark term 17 they are, the additional remark term 13, or the additional remark term 15.
- [0081] 22. Optical equipment equipped with one or more and an optical block of an optical element, a shutter, drawing, a display device, and an image pick-up element.
- [0082] 23. Optical equipment equipped with two or more and an optical block of an optical element, a shutter, drawing, a display device, and an image pick-up element.
- [0083] 24. Optical equipment which countered two or more fields of an optical block, and has arranged two or more of an optical element, a shutter, drawing, a display device, and image pick-up elements.
- [0084] 25. Optical equipment which contains the equipment of a publication in any of optical equipment given in any of the additional remark term 1 which performs ZOOM, or the additional remark term 17 they are, the additional remark term 18, or the additional remark term 21 including an optical property good light variation study element or at least one movable optical element.
- [0085] 26. Image pick-up equipment equipped with equipment given in any of the additional remark term 1 or the additional remark term 25 they are.
- [0086] 27. Image formation equipment equipped with equipment given in any of the additional remark term 1 or the additional remark term 25 they are.
- [0087] 28. Image pick-up equipment using the optical equipment an image pick-up or the observation direction, and the beam of light that carries out incidence to an image pick-up element or an eye have the relation of a twist.
- [0088] 29. Optical equipment which contains the equipment of a publication in any of optical equipment given in any of the additional remark term 1 an image pick-up or the observation direction, and the beam of light that carries out incidence to an image pick-up element or an eye have the relation of a twist, or the additional remark term 17 they are, the additional remark term 18, or the additional remark term 25.
- [0089] 30. Optical equipment according to claim 2 which contains the equipment of a publication in any of optical equipment given in any of the additional remark term 1 or the additional remark term 17 they are, the additional remark term 18, or the additional remark term 25.
- [0090] 31. Image pick-up equipment containing equipment given in any of optical equipment given in any of the additional remark term 1 to which an image pick-up or the observation direction is characterized by the almost right-angled thing with the thickness direction, or the additional remark term 17 they are, the additional remark term 18, or the additional remark term 25, or optical equipment given in the additional remark term 30.
- [0091] 32. Image pick-up equipment which contains the equipment of a publication in any of optical equipment given in any of the additional remark term 1 characterized by an image pick-up or the observation direction being almost parallel to the thickness direction, or the additional remark term 17 they are, the additional remark term 18 or the additional remark term 25, a claim 1, and a claim 2.
- [0092] 33. An optical element with a leg according to claim 3.
- [0093] 34. An electrostatic optical element according to claim 3.
- [0094] 35. A self-propelled optical element according to claim 3.

- [0095] 36. Optical equipment equipped with the movable optical element according to claim 3 which performs a focus or zoom.
- [0096] 37. Drawing manufactured by the processing method including the lithography process driven with an electrostatic force or electromagnetic force.
- [0097] 38. The shutter manufactured by the processing method including the lithography process driven with an electrostatic force or electromagnetic force.
- [0098] 39. The shutter of drawing manufactured by the processing method including the lithography process driven with an electrostatic force or electromagnetic force, and combination.
- [0099] 40. Image pck-up equipment using the element shutter function of a solid state image pickup device.
- [0100] 41. Image pck-up equipment given in the additional remark term 40 equipped with the permeability adjustable element.
- [0101] 42. Image pck-up equipment given in a claim 1 or a claim 3, the additional remark term 1 or the additional remark term 37, and the additional remark term 40.
- [0102] 43. A substrate is opaque. (There is the shading effect and the flare and a ghost can be suppressed.)
- [0103] 44. An optical-path top has a transparent substrate and it has prepared the shading means at least in the part which is outside an optical path. (Since optical system can be constituted through a substrate,-izing can be carried out [ thin shape ].) And the flare and a ghost can be obstructed.
- [0104] 45. One field of a substrate was made to arrange in parallel an optical element and an image pck-up element, and it has arranged.
- [0105] 46. One field of a substrate was made to arrange an optical element and a display device in parallel, and it has arranged.
- [0106] 47. One field of a substrate was made to arrange in parallel two or more optical means, and it has arranged. (-izing of optical system and the whole equipment can be carried out [ thin shape ].)
- [0107] 48. A substrate is transparent and it has an internal reflection side in part. (Since an optical path can be turned up in a substrate, thin shape-ization of the whole optical system can be achieved.)
- [0108] 49. The optical element and the image pck-up element are carrying out eccentricity mutually.
- [0109] 50. It is a simultaneously plane-parallel plate with a transparent substrate, and a part of field is an optical surface which consisted of curved surfaces.
- [0110] 51. The chief ray or the optical axis is crooked.
- [0111] 52. Optical equipment which has arranged plurality on one substrate at the non-coaxis among an optical element, a shutter, drawing, a display device, and an image pck-up element.
- [0112] 53. It is optical equipment which has arranged an optical element, a shutter, drawing, and the image pck-up element of at least a non-coaxis [ element / element and aforementioned element / which ] of a display device on one substrate.
- [0113] 54. Optical equipment which has arranged further any they are among a display device, an image pck-up element, and other optical elements on the above-mentioned substrate while allotting the optical property good light variation study element on the substrate.
- [0114] 55. Optical equipment which has arranged further any they are among a display device, an image pck-up element, and other optical elements on the above-mentioned substrate while allotting the movable optical element on the substrate.
- [0115] 56. Optical equipment which has arranged further any they are among a display device, an image pck-up element, and other optical elements on the substrate which has a reflector.
- [0116] 57. Optical equipment which has arranged further any they are among a display device, an image pck-up element, and other optical elements on the substrate which has an infrared cut-off filter.

- [0117] 58. Tabular image pck-up unit characterized by arranging an image pck-up element and an optical element in the front face of one transparent substrate at least, and having an image pck-up function.
- [0118] 59. Tabular image pck-up unit characterized by the image pck-up element and arranging one or more of a diffraction optical element, a curved-surface lens, and sculptured surfaces at least, and having an image pck-up function at the front face of one transparent substrate.
- [0119] 60. Tabular image pck-up unit characterized by the finder, the image pck-up element, and arranging one or more of a diffraction optical element, a curved-surface lens, and sculptured surfaces at least, and having an image pck-up function at the front face of one transparent substrate.
- [0120] 61. Tabular image pck-up unit characterized by the image pck-up element, display, and arranging one or more of a diffraction optical element, a curved-surface lens, a sculptured surface, and finders at least, and having an image pck-up function at the front face of one transparent substrate.
- [0121] 62. A tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 58 characterized by using a lithography process in a manufacture stage, or the additional remark term 61 they are.
- [0122] 63. A tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 58 characterized by having an adjustable focal optical element, or the additional remark term 62 they are.
- [0123] 64. any of the additional remark term 58 characterized by the aforementioned transparent substrate having the infrared cut-off filter effect, or the additional remark term 63 -- alike -- the tabular image pck-up unit of a publication
- [0124] 65. Image pck-up equipment equipped with the tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 58 or the additional remark term 64 they are.
- [0125] 66. Personal Digital Assistant equipment equipped with the tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 58 or the additional remark term 64 they are.
- [0126] 67. Adjustable refractive-power optical element characterized by the bird clapper from one transparent substrate and the macromolecule distribution liquid crystal formed in the front face.
- [0127] 68. Adjustable focal optical element characterized by the bird clapper from one transparent substrate and the macromolecule distribution liquid crystal formed in the front face.
- [0128] 69. Adjustable focal diffraction optical element characterized by the bird clapper from one transparent substrate and the macromolecule distribution liquid crystal formed in the front face.
- [0129] 70. An optical element given in any of the additional remark term 67 characterized by making the weight ratio of a macromolecule to liquid crystal 25% or more, or the additional remark term 69 they are.
- [0130] 71. any of the additional remark term 67 characterized by the aforementioned transparent substrate having the infrared cut-off filter effect, or the additional remark term 70 -- alike -- the optical element of a publication
- [0131] 72. Image pck-up equipment which equipped the additional remark term 67 or the additional remark term 71 with the optical element of a publication.
- [0132] 73. Light source optical system for light guides with which the whole surface is characterized by having at least one optical element which a beam of light penetrates, and in which the side reflects a beam of light on a concave curved surface at least.
- [0133] 74. Light source optical system for light guides with which the whole surface is characterized by having two isomorphous optical elements in which the side reflects a beam of light on the concave curved surface which a beam of light penetrates.
- [0134] 75. Light source optical system for light guides with which ends are characterized by having the optical element in which the side reflects a beam of light on the concave curved surface which a beam of light penetrates.
- [0135] 76. Light source optical system for light guides given in any of the additional remark term 73 characterized by filling the following conditions (5) and (8), or the additional remark term 75 they are.

$\sin \phi = \cos \alpha / n \dots (5)$

$0.6x[(1 - \cot \alpha - \cot(\alpha + \phi)) / \cot(\alpha + \phi)] x h \leq t \leq [(1 - \cot \alpha - \cot(\alpha + \phi)) / \cot(\alpha + \phi)] x h + 5(D / 2 - h) - \cot(\alpha + \phi) \dots (8)$

However, for  $1/2n$  of the vertical angle of a DCC lens, the refractive index of a DCC lens and  $h$  are [ the angle and  $\alpha$  as which  $\phi$  is defined by the formula (5) / the inside web thickness of a DCC lens and  $D$  of incoming beams quantity and  $t$  ] the diameters of a DCC lens.

[0136] 77. Light source optical system for light guides given in any of the additional remark term 73 characterized by filling the following conditions (5), (7), and (8), or the additional remark term 75 they are.

$\sin \phi = \cos \alpha / n \dots (5)$

$D \leq 3h + 5 \dots (7)$

$0.6x[(1 - \cot \alpha - \cot(\alpha + \phi)) / \cot(\alpha + \phi)] x h \leq t \leq [(1 - \cot \alpha - \cot(\alpha + \phi)) / \cot(\alpha + \phi)] x h + 5(D / 2 - h) - \cot(\alpha + \phi) \dots (8)$

However, for  $1/2n$  of the vertical angle of a DCC lens, the refractive index of a DCC lens and  $h$  are [ the angle and  $\alpha$  as which  $\phi$  is defined by the formula (5) / the inside web thickness of a DCC lens and  $D$  of incoming beams quantity and  $t$  ] the diameters of a DCC lens.

[0137] 78. Light source optical system for light guides given in any of the additional remark term 73 characterized by the cross-section configuration of a beam-of-light injection side fulfilling the following conditions (9), or the additional remark term 75 they are.

$1/f \cdot (n-1)/R \dots (9)$

however,  $R$  was taken as the curved surface which has a convex lens operation among the members which divided the DCC lens into two -- on the other hand, the radius of the convex curve of the cross section of a member --  $R$  and  $n$  -- this -- the refractive index of a member and  $f$  are the focal distances of a condenser lens omissible by this

[0138] 79. Light equipment equipped with optical system given in any of the additional remark term 73 or the additional remark term 78 they are.

[0139] 80. The manufacture method of a spherical lens array consider as a means to align a spherical lens densely on a substrate, and using the self-accumulation phenomenon.

[0140] 81. The manufacture method of the spherical lens array which it considers [ array ] as a means to align a spherical lens densely on a substrate, and vibrates a substrate or a spherical lens.

[0141] 82. A method given in the additional remark term 80 or the additional remark term 81 characterized by a spherical lens being glass.

[0142] 83. A method given in the additional remark term 80 or the additional remark term 81 characterized by a spherical lens being a resin.

[0143] 84. Lighting optical system which equipped the additional remark term 80 or the additional remark term 81 with the lens array manufactured by the method of a publication.

[0144] 85. Lighting optical system for endoscopes which equipped the additional remark term 80 or the additional remark term 81 with the lens array manufactured by the method of a publication.

[0145] 86. Lighting optical system for microscopes which equipped the additional remark term 80 or the additional remark term 81 with the lens array manufactured by the method of a publication.

[0146] 87. Back light lighting optical system of the liquid crystal display element which equipped the additional remark term 80 or the additional remark term 81 with the lens array manufactured by the method of a publication.

[0147] 88. The image pick-up element which equipped the additional remark term 80 or the additional remark term 81 with the lens array manufactured by the method of a publication.

[0148] 89. How to fix to the additional remark term 80 or the additional remark term 81, using adhesives as a fixed means to the substrate of the spherical lens manufactured by the method of a

publication.

[0149] 90. How to fix by inserting the aforementioned spherical lens into the additional remark term 80 or the additional remark term 81 using another substrate as a fixed means to the substrate of the spherical lens manufactured by the method of a publication.

[0150] 91. How to fix by heating the aforementioned spherical lens or the aforementioned substrate as a fixed means to the substrate of the spherical lens manufactured by the method of a publication in the additional remark term 80 or the additional remark term 81.

[0151] 92. The spherical lens array manufactured by the method of a publication in the additional remark term 80 or the additional remark term 81.

[0152] 93. The manufacturing installation which manufactures a spherical lens array by the method of a publication in the additional remark term 80 or the additional remark term 81.

[0153] 94. Tabular image pck-up unit which arranged the image pck-up element and the optical element in the front face of one transparent substrate at least.

[0154] 95. Tabular image pck-up unit which arranged one or more of a diffraction optical element, a curved-surface lens, and sculptured surfaces in the front face of one transparent substrate at least with the image pck-up element.

[0155] 96. Tabular image pck-up unit which arranged one or more of a diffraction optical element, a curved-surface lens, and sculptured surfaces in the front face of one transparent substrate at least with the finder and the image pck-up element.

[0156] 97. Tabular image pck-up unit which arranged one or more of a diffraction optical element, a curved-surface lens, a sculptured surface, and finders in the front face of one transparent substrate at least with an image pck-up element and display.

[0157] 98. A tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 94 characterized by using a lithography process in a work stage, or the additional remark term 97 they are.

[0158] 99. A tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 94 characterized by having an adjustable focal optical element, or the additional remark term 98 they are.

[0159] 100. any of the additional remark term 94 characterized by the aforementioned transparent substrate having the infrared cut-off filter effect, or the additional remark term 99 -- alike -- the tabular image pck-up unit of a publication

[0160] 101. Image pck-up equipment equipped with the tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 94 or the additional remark term 100 they are.

[0161] 102. Personal Digital Assistant equipment equipped with the tabular image pck-up unit given in any of the additional remark term 94 or the additional remark term 100 they are.

[0162]

[Effect of the Invention] As shown above, according to this invention, it is small and parts, such as a unit used for optical equipments, such as cheap image pck-up equipment of cost and observation equipment, or them, can be realized.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

### [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is drawing showing the 1st operation gestalt of this invention.
- [Drawing 2] It is drawing showing the 2nd operation gestalt of this invention.
- [Drawing 3] It is an enlarged view near [ which looked at the optical equipment of drawing 2 from the upper part ] a micro shutter.
- [Drawing 4] It is drawing showing the modification of drawing used for the 2nd operation form of this invention.
- [Drawing 5] It is drawing showing an example of the image pck-up equipment using the liquid crystal adjustable mirror which has arranged the liquid crystal variable-focus lens which is example with the another adjustable focal mirror which is one of the optical property good light variation study elements as a modification of the 2nd operation form of this invention in the front face of a mirror.
- [Drawing 6] It is drawing showing the 3rd operation form of this invention.
- [Drawing 7] The low pass filter of the pupil assembled die which consists of two flat surfaces which have a twist relation with the perspective diagram of the low pass filter used for the image pck-up equipment of the 3rd operation form of this invention is shown.
- [Drawing 8] It is drawing showing the 4th operation form of this invention.
- [Drawing 9] It is drawing showing the 5th operation form of this invention.
- [Drawing 10] It is drawing showing the 6th operation form of this invention.
- [Drawing 11] It is drawing showing the modification of the 6th operation form of this invention.
- [Drawing 12] It is drawing showing the 7th operation form of this invention.
- [Drawing 13] It is drawing showing an example of the image pck-up equipment of simple composition of coming to combine a lens with a leg, a transparent substrate, and a solid state image pickup device as a modification of the 7th operation form of this invention.
- [Drawing 14] It is drawing showing the 8th operation form of this invention.
- [Drawing 15] It is drawing showing an electrostatic lens as other examples of the moving lens used for the operation form of this invention.
- [Drawing 16] It is drawing showing the 9th operation form of this invention.
- [Drawing 17] It is the composition schematic diagram of the self-propelled lens used for the 9th operation form of this invention.
- [Drawing 18] It is drawing showing the 10th operation form of this invention.
- [Drawing 19] It is drawing which saw the sculptured-surface prism used for the 10th operation form of this invention from the upper part.
- [Drawing 20] It is drawing which saw the sculptured-surface prism used for the 10th operation form of this invention from the body side.
- [Drawing 21] It is drawing showing the 11th operation form of this invention.
- [Drawing 22] It is drawing showing the conventional example of a digital camera.
- [Drawing 23] It is drawing showing the 12th operation form of this invention.

[Drawing 24] It is drawing showing the 13th operation form of this invention.

[Drawing 25] It is the cross section of the finder section of the 13th operation form of this invention.

[Drawing 26] It is drawing showing the 14th operation form of this invention.

[Drawing 27] It is drawing showing the optical element used for the 14th operation form of this invention.

[Drawing 28] It is drawing showing the state of the liquid crystal molecule when applying voltage.

[Drawing 29] It is drawing showing the modification of an optical element.

[Drawing 30] It is drawing showing the 15th operation form of this invention.

[Drawing 31] It is drawing showing the adjustable focal deflection flannel mirror used for the 15th operation form of this invention.

[Drawing 32] It is drawing showing the application of the adjustable focus DOE.

[Drawing 33] It is drawing showing the conventional example of image pick-up equipment.

[Drawing 34] It is drawing showing the conventional example of the light source optical system for light guides.

[Drawing 35] It is drawing showing the relation between an incident angle and incident-light intensity in the conventional example.

[Drawing 36] It is drawing showing the 1st example of light source optical system.

[Drawing 37]

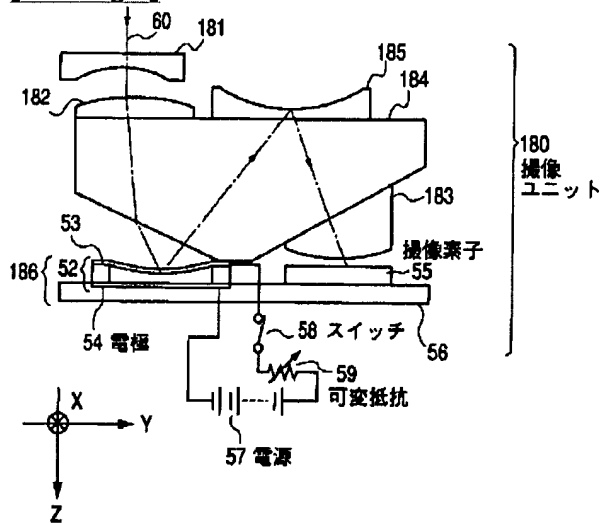
\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

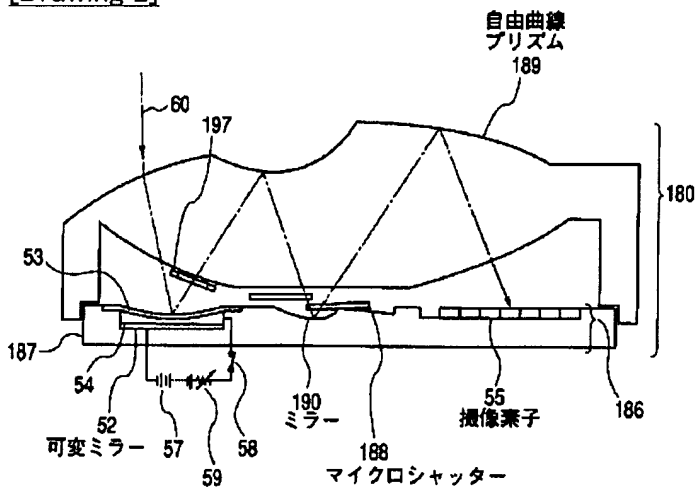
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

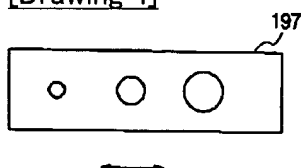
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 4]

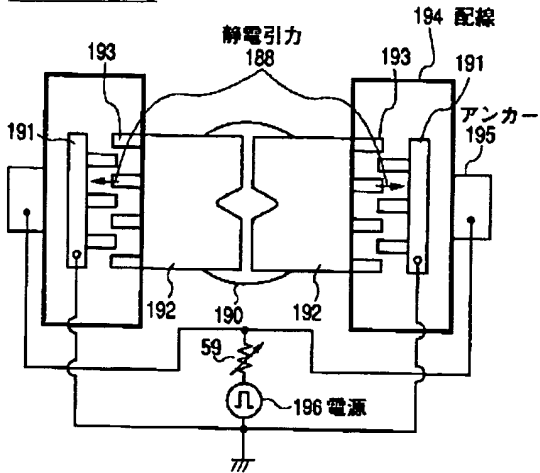




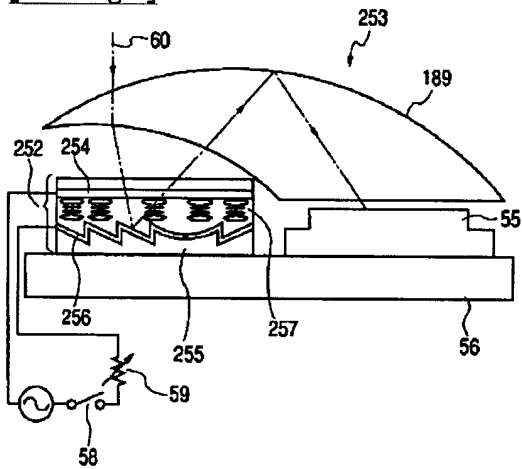
[Drawing 7]



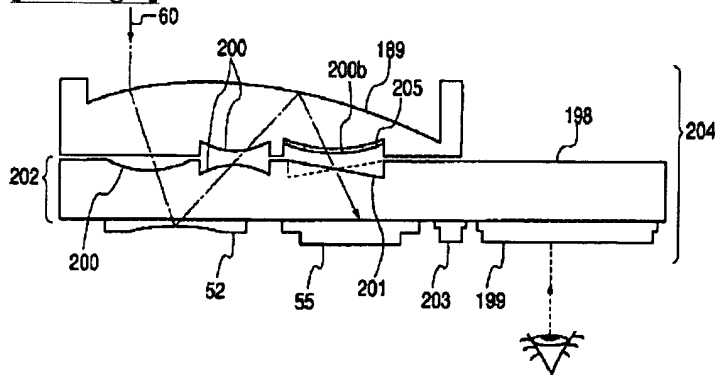
[Drawing 3]



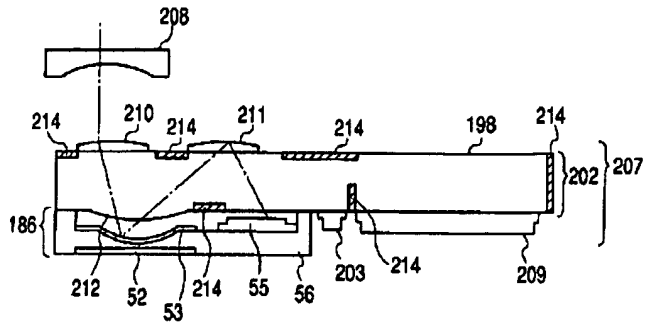
[Drawing 5]



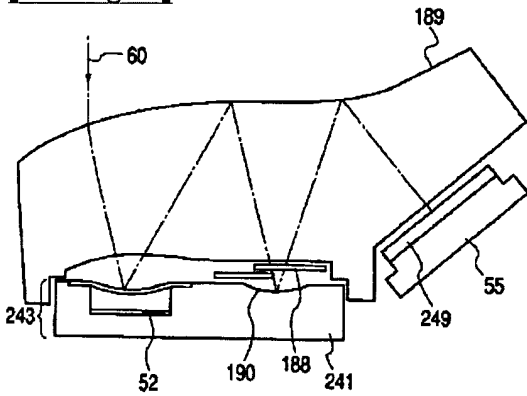
[Drawing 6]



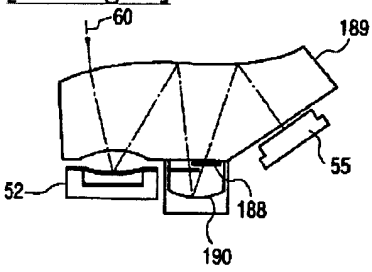
[Drawing 8]



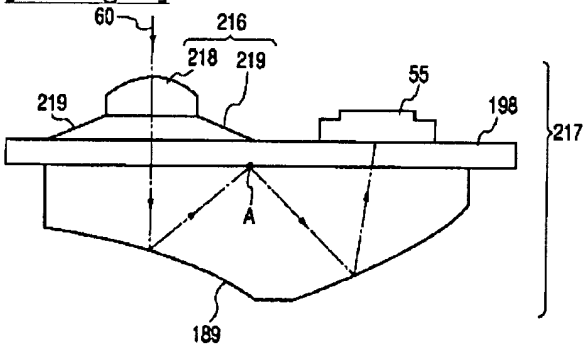
[Drawing 10]



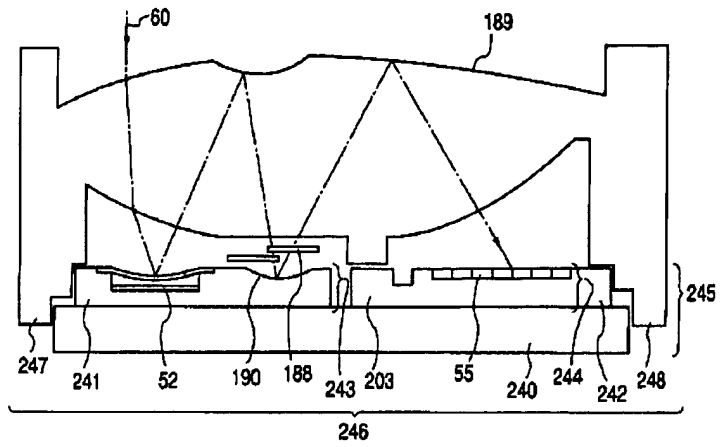
[Drawing 11]



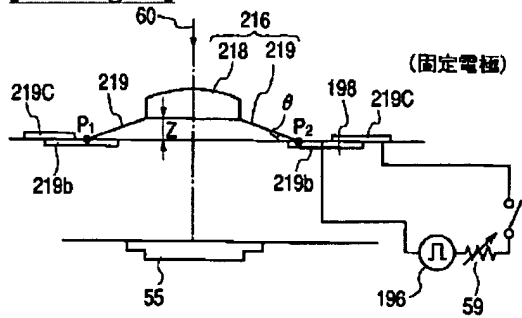
[Drawing 12]



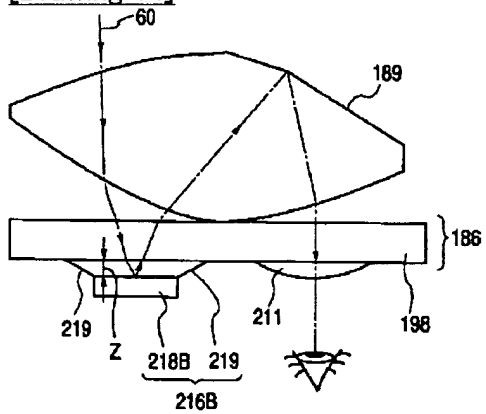
[Drawing 9]



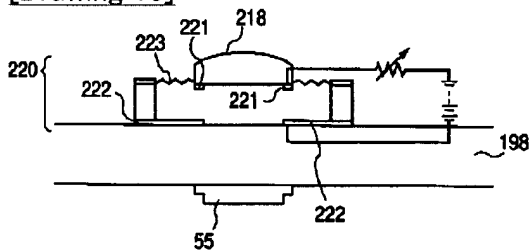
[Drawing 13]



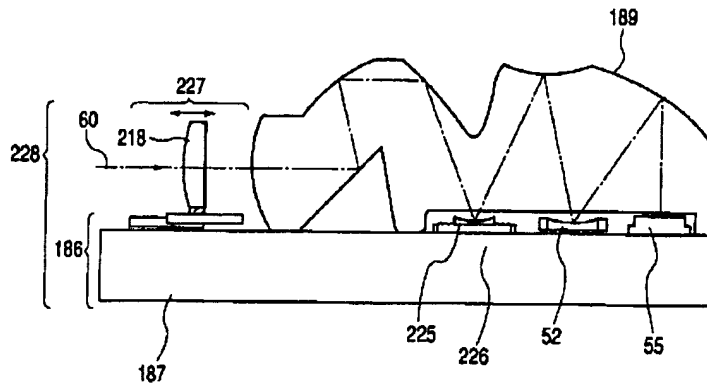
[Drawing 14]



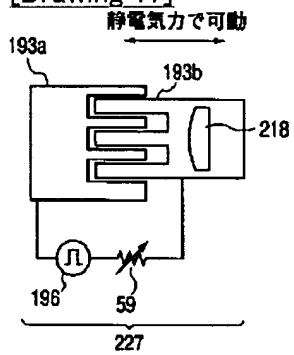
[Drawing 15]



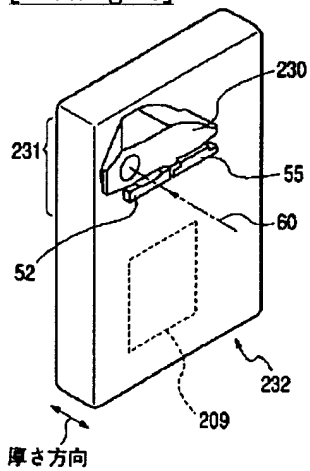
[Drawing 16]



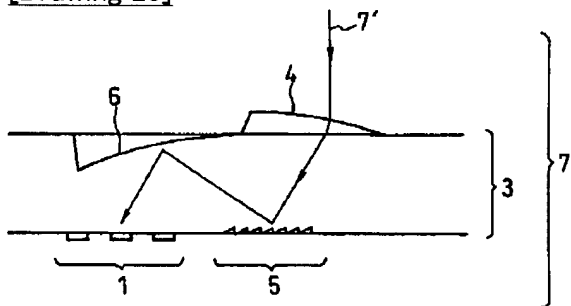
[Drawing 17]



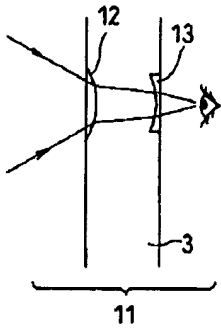
[Drawing 18]



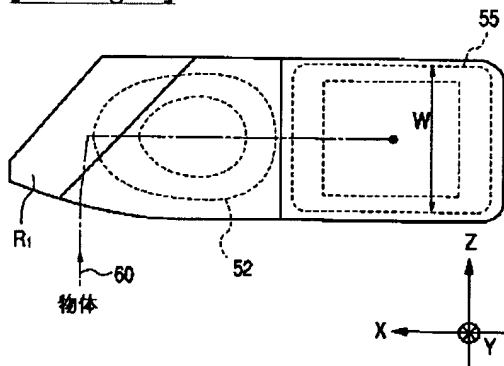
[Drawing 23]



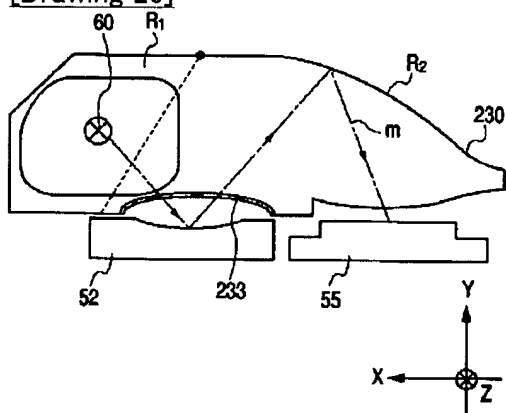
[Drawing 25]



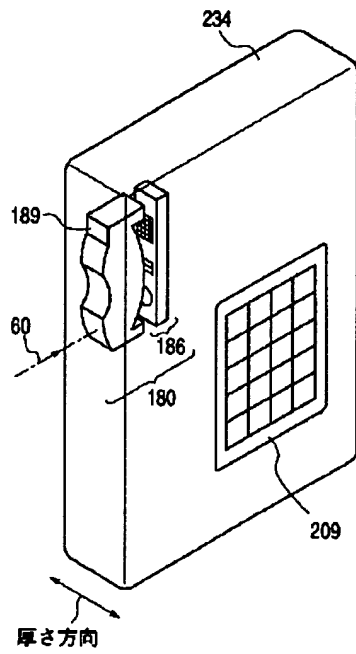
[Drawing 19]



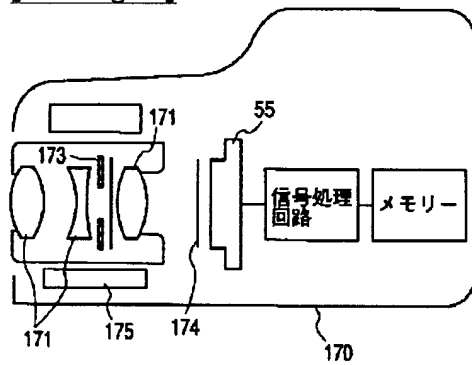
[Drawing 20]



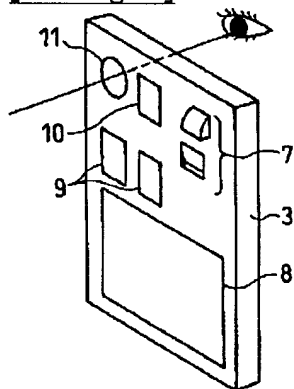
[Drawing 21]



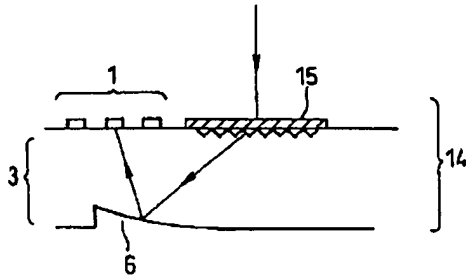
[Drawing 22]



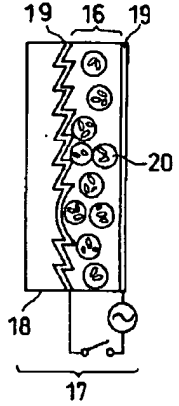
[Drawing 24]



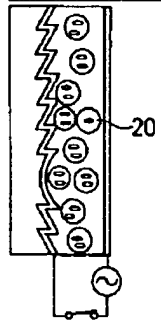
[Drawing 26]



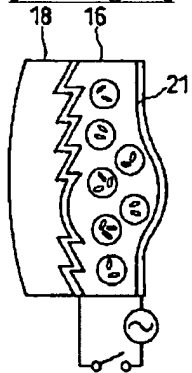
[Drawing 27]



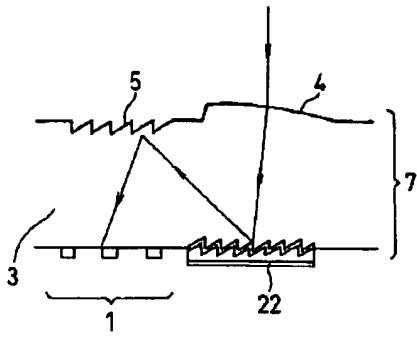
[Drawing 28]



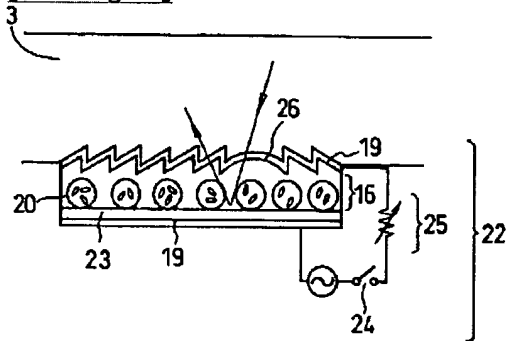
[Drawing 29]



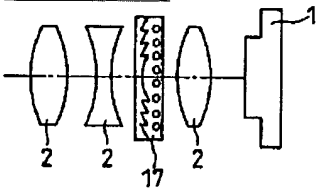
[Drawing 30]



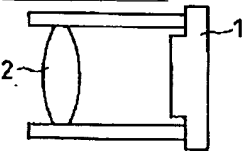
[Drawing 31]



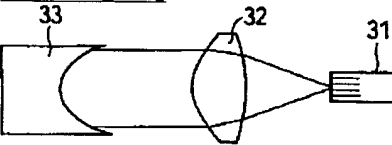
[Drawing 32]



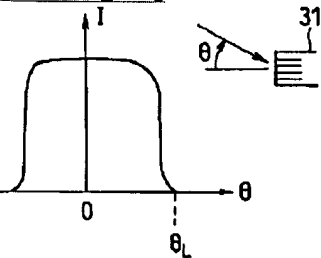
[Drawing 33]



[Drawing 34]

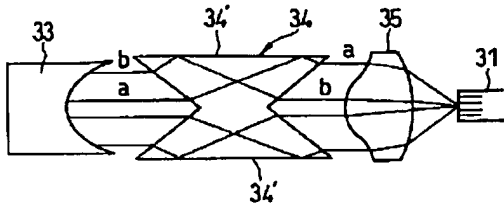


[Drawing 35]

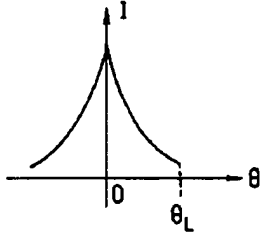


[Drawing 36]

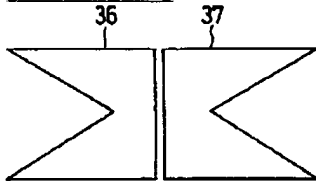




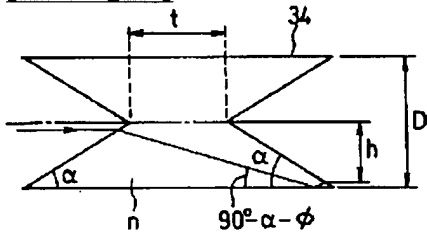
[Drawing 37]



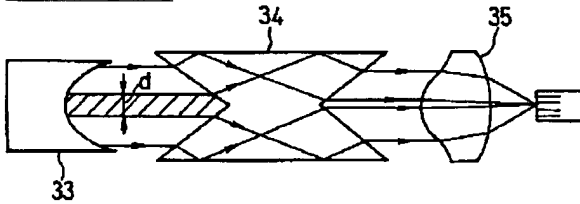
[Drawing 38]



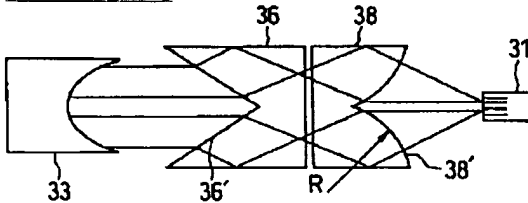
[Drawing 39]



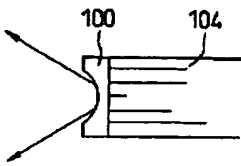
[Drawing 40]



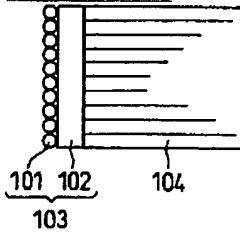
[Drawing 41]



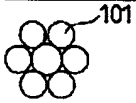
[Drawing 42]



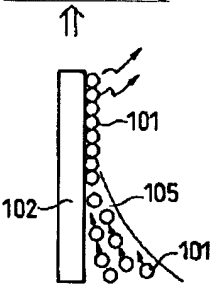
[Drawing 43]



[Drawing 44]



[Drawing 45]



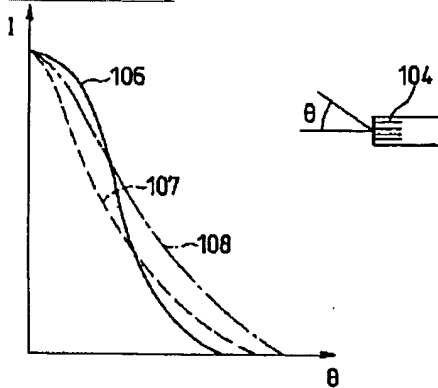
[Drawing 46]



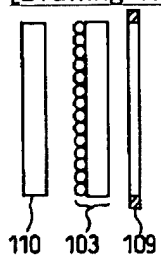
[Drawing 47]



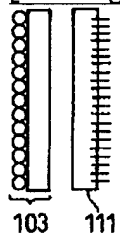
[Drawing 48]



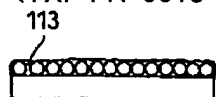
[Drawing 49]



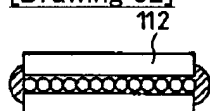
[Drawing 50]



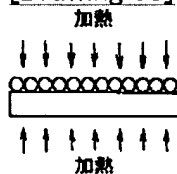
<TXF FR=0018 HE=005 WI=016 LX=0260 LY=2240> [Drawing 51]



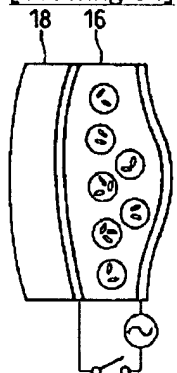
[Drawing 52]



[Drawing 53]



[Drawing 54]



[Translation done.]

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

## 識別記号

## F I

H 0 4 N 5/225

H 0 4 N 5/225

D

G 0 2 B 17/08

G 0 2 B 17/08

Z

H 0 4 N 5/335

H 0 4 N 5/335

V

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平10-316184

(22) 出願日 平成10年(1998)11月6日

(31) 優先権主張番号 特願平10-53029

(32) 優先日 平10(1998)3月5日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 西岡 公彦

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 和田 順雄

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

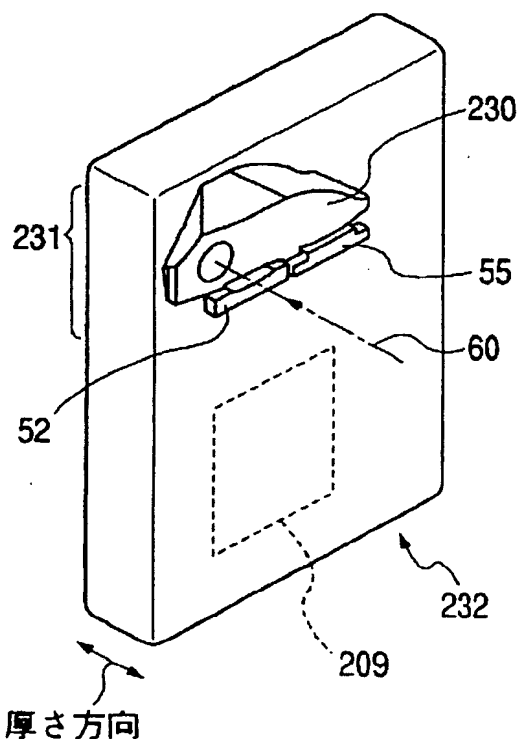
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司 (外1名)

## (54) 【発明の名称】 光学装置

## (57) 【要約】

【課題】 撮像素子、光学素子などの部品をリソグラフィ等の手法を用いて一体化することで、小型化、低コスト化しうる、デジタルカメラ、電子内視鏡、PDA（携帯情報端末）、テレビ電話、VTRカメラ、テレビカメラ等の電子撮像系、電子表示系等又はそれらの一部を構成する板状ユニット等の光学装置を提供する。

【解決手段】 自由曲面プリズム230を組合せ撮像ユニット231を用いてデジタルカメラ232を構成している。自由曲面プリズム230は、自由曲面プリズム230に入射する物体からの光60と自由曲面プリズム230を出射して固体撮像素子55に入射する光線とが振れの関係になるように形成されている。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 撮像または観察方向と、撮像素子または眼に入射する光線とが捩じれの関係にある光学装置。

**【請求項 2】** 自由曲面プリズムに入射する光線と、自由曲面プリズムを出射する光線とが捩じれの関係にある自由曲面プリズムを備えた光学装置。

**【請求項 3】** 製作プロセスにリソグラフィープロセスを含む、光学素子とアクチュエーターとからなる可動光学素子。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、光学装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 従来のデジタルカメラ 170 は、図 22 に示すように、CCD 55、レンズ 171、絞り 173、シャッター 174、レンズフォーカシング用ソレノイド 175 等をそれぞれ別体の部品として集めてこれらを組立てることにより作られていた。

**【0003】**

**【発明が解決しようとする課題】** そのため、部品点数が多くなり、組立ても面倒で、製品の小型化、高精度化、コストダウンに限界があった。そこで本発明は、撮像素子、光学素子などの部品をリソグラフィー等の手法を用いて一体化することで、小型化、低コスト化しうる、デジタルカメラ、電子内視鏡、PDA（携帯情報端末）、テレビ電話、VTR カメラ、テレビカメラ等の電子撮像系、電子表示系等又はそれらの一部を構成する板状ユニット等の光学装置の提供を課題とする。

**【0004】**

**【課題を解決するための手段】** 上記課題を解決するために、本発明による光学装置は、撮像または観察方向と、撮像素子または眼に入射する光線とが捩じれの関係にある。

**【0005】** また、本発明による光学装置は、自由曲面プリズムに入射する光線と、自由曲面プリズムを出射する光線とが捩じれの関係にある自由曲面プリズムを備えている。

**【0006】** また、本発明による光学装置は、製作プロセスにリソグラフィープロセスを含む、光学素子とアクチュエーターとからなる可動光学素子を有している。

**【0007】**

**【発明の実施の形態】** 以下、本発明による光学装置の実施形態を図面を用いて説明する。

**【0008】** 図 1 は、本発明の第 1 実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置は、レンズ 181、182、183、プリズム 184、ミラー 185 等を用いた電子撮像ユニット 180 として構成されている。なお、図中 52 はアルミコーティングされた薄膜 53 と電極 54 から成る反射鏡、55 は固体撮像素子、56 は基板、

57 は電源、58 はスイッチ、59 は可変抵抗器である。

**【0009】** 反射鏡 52 は、例えば、オプティックス コミュニケーションズ (Optics Communications)、140 巻 (1997 年) 187 ないし 190 頁に示されているメンブレインミラーのように、薄膜 53 と電極 54 の間に電圧を印加すると静電気力により薄膜 53 が変形してその焦点距離が変化するようにしており、これによりピント調整ができるようになっている。本実施形態の撮像装置では、物体からの光 60 は、光学素子としてのレンズ 181、182、プリズム 184 のそれぞれの入射面および出射面で屈折され、反射鏡 52 によって反射され、ミラー 185 の反射面で反射され、レンズ 183 で屈折されてから固体撮像素子 55 に入射するようになっている。

**【0010】** このように、本実施形態の光学装置は、光学素子 181、182、184、185、183 および反射鏡 52 とで撮像光学系を構成している。そして、本実施形態の構成では、特に、各光学素子の面と肉厚を最適化することにより物体像の収差を最小にすることができるようになっている。

**【0011】** 図 1 の光学装置において、反射鏡 52 の形状は、非点収差等を補正するために Y 軸方向に長い楕円形にするのがよく、具体的には、反射鏡 52 への入射光と反射鏡 52 からの出射光を含む平面と反射鏡 52 とが交わる方向に沿って長い楕円形にするのがよい。また、図 1 の光学装置では、反射鏡 52 と固体撮像素子 55 とをそれぞれ別体で作って基板 56 上に配置している。しかし、反射鏡 52 はシリコンリソグラフィープロセス等で作ることもできるので、基板 56 をシリコンで形成し、固体撮像素子 55 と共にリソグラフィープロセスで反射鏡 52 の少なくとも一部を基板 56 上に形成してもよい。

**【0012】** これにより、固体撮像素子 55 と共に光学素子の一つである反射鏡 52 とが一体化されるので、小型化、低コスト化等の点で有利である。また反射鏡 52 は固定焦点のミラーとして構成しても良い。この場合でも反射鏡 52 はリソグラフィープロセスで作ることができる。なお、反射鏡 52、固体撮像素子 55、基板 56 を合わせて板状ユニット 186 と呼ぶことにする。板状ユニットは光学装置の一例である。

**【0013】** 又、図示を省略するが、基板 56 上に表示素子の一つである反射型液晶ディスプレイ又は透過型液晶ディスプレイ等の表示素子をリソグラフィープロセスにより一体的に形成してもよい。なお、この基板 56 は、ガラスあるいは石英等の透明物質で形成してもよい。その場合は、このガラス基板上に薄膜トランジスタ等の技術を用いて固体撮像素子や液晶ディスプレイを形成すればよい。あるいは、これらの表示素子を別体で作製し、基板 56 上に配置してもよい。

【0014】光学素子181, 182, 184, 185, 183は、プラスチックモールドやガラスモールド等で形成することにより任意の所望形状の曲面を容易に形成することができ、製作も簡単である。なお、本実施形態の撮像装置では、レンズ181のみがプリズム184から離れて形成されているが、レンズ181を設けることなく収差を除去することができるよう光学素子182, 183, 184, 185, 52を設計すれば、反射鏡52を除く光学素子は一つの光学ブロックとなり組立てが容易となる。

【0015】図2は、本発明の第2実施形態を示す図である。本実施形態の撮像装置では、一つのシリコン基板187の上に反射鏡52、マイクロマシン技術で作られた静電気力で動くマイクロシャッター188、撮像素子55等は、リソグラフィプロセスで作られている。そして、このシリコン基板187とモールドで作った自由曲面プリズム189とを組合わせれば、光学装置として小型のデジタルカメラ用撮像ユニット180が出来上がる。なお、マイクロシャッター188は、絞りを兼ねることもできるようになっている。

【0016】自由曲面プリズム189は、プラスチックモールドで作ると安価にできる。また、自由曲面プリズム189をエネルギー硬化型樹脂で作れば、熱可塑性樹脂で作るよりも耐久性があるので好ましい。また、自由曲面プリズム189を赤外光を吸収する性質の材質を用いて構成して、赤外カットフィルター効果を持たせてもよい。あるいは、自由曲面プリズム189の光路中のいづれかの面に赤外光を反射する干渉膜を設けて、赤外光をカットするようにしてもよい。ミラー190は、シリコン基板187を凹面に加工し、アルミコートすることによって形成されている。マイクロシャッター188は、例えば、特開平10-39239号の図8, 図9に示されているようなシャッターを改良したものを用いることができる。

【0017】図3は図2の光学装置を上方から見た、マイクロシャッター188付近の拡大図である。マイクロシャッター188は、固定電極191と遮光板192のそれぞれに設けられた電極193に電位差を与えることによって、静電気力で二つの遮光板192を左右に開いたり閉じたりすることができるようになっている。ここで、二つの遮光板192のそれぞれに、他方の遮光板192に近い側の中央に三角形の凹部を設け、かつ二枚の

$$P < 3\lambda$$

を満たすようになっている。ここで、 $\lambda$ は光の波長である。式(1)を満たすとき、ツイストネマチック液晶257は入射光の偏光方向によらず屈折率がほぼ等方的になるので、偏光板を設けることなくボケのない可変焦点

$$P < 15\lambda$$

であっても実用上は使用できる場合もある。

【0020】図6は、本発明の第3実施形態を示す図で

遮光板192を段違いに設置して、遮光板192を途中まで開いた状態で撮像を行えば絞りとして動作し、遮光板192を完全に閉じればシャッターとなるようになっている。電源196は+の極性を変えることができるようになっており、それに伴い、二つの遮光板192は逆方向に動くようになっている。また、二つの遮光板192は、完全に閉じた時には図2に示すように多少重なるように設計されている。マイクロシャッター188は、リソグラフィプロセスで反射鏡52、固体撮像素子55と共に一緒に作ることができるというメリットがある。なお、マイクロシャッター188としては、上記以外にも、特開平10-39239号の図47に示すようなマイクロシャッターを用いてもよい。あるいは、本実施形態の撮像装置に用いるシャッターとして、通常のフィルムカメラのシャッターのように、バネで動作するシャッターを製作して、これをシリコン基板187に設置してもよい。

【0018】また、本実施形態の撮像装置を、例えば、図2に示すように、別途に絞り197を設けた構成としてもよい。絞り197としては、フィルムカメラのレンズに用いるような虹彩絞りでもよく、または、図4に示すような複数の穴あき板をスライドさせるような構成のものでもよい。あるいは、絞りの開口面積の変わらない固定絞りであってもよい。また、絞りとしては、マイクロシャッター188を絞りとしてのみ動作させ、シャッター機能については、固体撮像素子55の素子シャッターを用いて果たすようにしてもよい。また、本実施形態の撮像装置を、電極54、ミラー190、マイクロシャッター188、撮像素子55の少なくとも一つを別部品として作り、残りの部材と共に一つの基板上に配置した構成としてもよい。なお、本実施形態の撮像装置を、図5に示すように、光学特性可変光学素子の一つである反射鏡52の別の一例として、液晶可変焦点レンズをミラーの前面に配置した液晶可変ミラー252等を配設した構成としてもよい。

【0019】図5は、液晶可変ミラー252を用いた撮像装置の一例(撮像装置253)を示す図である。液晶可変ミラー252は、透明電極254とフレネルレンズ状の基板255の表面にコートされた電極256との間にツイストネマチック液晶257を配置した構成となっている。ツイストネマチック液晶257のらせんピッチPは、

$$\dots (1)$$

ミラーが得られる。なお、低コストのデジタルカメラなどでは、ツイストネマチック液晶257のらせんピッチPが、

$$\dots (2)$$

ある。本実施形態の光学装置204は、透明基板198に反射型LCD199、反射鏡52、固体撮像素子55

を設け、かつ光学ブロックである自由曲面プリズム189を組合せた構成となっている。透明基板198には、光学素子であるレンズ200、ローパスフィルター201、IC203も合わせて設けられており、これらにより透明な板状ユニット202を形成している。IC203は、反射型LCD199、反射鏡52、固体撮像素子55等をドライブするIC、あるいは制御、演算を行なうCPU、メモリー等の機能をもつLSIである。固体撮像素子55、反射鏡52、反射型LCD199、IC203を、それぞれ別途に製作して、透明基板198に貼りつけてもよいが、透明基板198の表面にアモルファスシリコン、低温ポリシリコン、連続粒界結晶シリコン（'98.1.14付朝日新聞）等を材料として薄膜トランジスター技術を用いて形成すれば、小型化、軽量化、高精度化の面で有利である。

【0021】図7は、本実施形態の光学装置204に用いるローパスフィルター201の斜視図である。ローパスフィルター201は、瞳分割型のローパスフィルターであり、振じれ関係にある二つの平面より構成されている。なお、このローパスフィルター201も光学素子の一つである。その他、本実施形態において透明基板198は、ガラス又は樹脂のモールドで作るのが良い。

【0022】本実施形態の光学装置204は、光を反射、屈折する面を自由曲面プリズム189、透明な板状ユニット202の両方に設けることができる点で、収差の補正がしやすく、図2に示す実施形態の撮像ユニット180よりすぐれている。なお、レンズ等の光学素子は、例えばレンズ200bのように、透明部材の表面に曲面状の樹脂薄膜205を貼りつけて作ってもよい。このような方法を薄膜レンズ技術という。

【0023】図8は、本発明の第4実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置207は、透明な板状ユニット202と板状ユニット186とを組合せることにより構成されている。なお、透明基板198とは別体にレンズ208を設けると、収差補正の自由度がふえるので、収差補正上有利であるが、レンズ208は設けなくてもよい。透明な板状ユニット202には、ディスプレイ209、IC203が設けられ、さらに薄膜レンズ技術により製作したレンズ210、211が設けられている。なお、レンズ212は、透明基板198を製作する際にモールドの技術で透明基板198に一体形成されている。板状ユニット186は、図2に示す実施形態の板状ユニット186と同様に構成されている。斜線部214は、迷光を除くための黒い遮光用の膜であり、Cr-CrO<sub>2</sub>-Crの三層蒸着、黒い塗料の塗装、あるいは印刷等で作られている。なお、斜線部214は、必要に応じて、透明基板198の表面、側面、内部に設けられよく、設けなくてもよい場合もある。

【0024】ディスプレイ209の一例である液晶ディスプレイは薄膜トランジスター技術でガラス等の透明基

板上に作ることができるが、固体撮像素子55等はシリコン基板上でないとなりにくい。本実施形態の光学装置207は、固体撮像素子55、ディスプレイ209を設けるべき基板を分けて構成したので、同一の基板上に作るよりもコストが安くできる。なお、本実施形態の光学装置207の透明基板198あるいはレンズ211の材質に赤外光吸収効果を持たせて、赤外カットフィルターの役割を持たせるようにしてもよい。あるいは、薄膜53又はレンズ212又は透明基板198等の表面に赤外カット機能を有する干渉膜を設けてもよい。さらに、本実施形態の光学装置207は、固体撮像素子55を取り除き、光学系にたとえばオペラグラスのような観察機能を持たせた表示装置として構成されてもよい。

【0025】図9は、本発明の第5実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置246は、板状ユニット245と自由曲面プリズム189とを組合せることにより構成されている。板状ユニット245は、一つの基板240の上に、低品質のシリコン等からなる基板241に反射鏡52とミラー190とマイクロシャッター188を形成した板状ユニット243と、高品質のシリコンからなる基板242に基板240とIC203を形成した板状ユニット244とを配設して構成されている。固体撮像素子55、IC203等は高品質のシリコン上でないと形成しにくい、ミラー190、マイクロシャッター188、反射鏡52等は低品質のシリコンでもよい。本実施形態の光学装置246によれば、光学ユニットである板状ユニット243、244を品質の異なる別個の基板に形成したので、その分、高品質のシリコンの使用量を減らすことができ、コスト上有利である。自由曲面プリズム189には、足247、248が設けられており、足247、248は、板状ユニット245と一体化する時、各面間の光学的長さを所望の設計値通りに調整できるようになっている。

【0026】図10は、本発明の第6実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置は、自由曲面プリズム189に板状ユニット243と固体撮像素子55とを組合せてデジタルカメラ用撮像装置を構成している。本実施形態の光学装置によれば、固体撮像素子55を低品質のシリコン等からなる基板241から分離して構成したので、固体撮像素子55として市販のCCD等を使うことができ、コストを低減することができる。なお、図示していないが、本実施形態の光学装置にさらに別に液晶ディスプレイ等を設けて、デジタルカメラのファインダーとして用いるとよい。

【0027】また、本実施形態において反射鏡52とミラー190とマイクロシャッター188とを一枚の基板上に配置するかわりに、図11に示すように、それぞれ別体に自由曲面プリズム189の周囲に配置してもよい。この場合、反射鏡52、ミラー190、マイクロシャッター188等の光学部品を別個に作ることができる

ので、それらの部品を他製品の部品と共通化することが可能になる。また、それぞれの光学部品の歩留り（製作時の合格率）が悪い場合でも、良い部品だけを集めて製品を作ることができるので、それぞれの光学部品を一枚の基板上に作る場合と比べて製品としての歩留りを向上させることができる。

【0028】また、図10に示すように、固体撮像素子55の前面に透過率可変素子の一つである液晶シャッター249を配置しても良い。この場合、マイクロシャッター188は絞りとして動作させてもよいし、液晶シャッター249と合わせてシャッターとして動作させてもよい。あるいは、マイクロシャッター188を省いて、液晶シャッター249と固体撮像素子55の素子シャッター機能とでシャッターの動作をさせてもよい。なお、液晶シャッター249には機械的可動部が無いので、マイクロシャッター188を省いた構成とすれば、機械的な構造を単純化できる。

【0029】図12は、本発明の第7実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置217は、可動光学素子の一例である足付きレンズ216を設けた構成となっている。なお、光学装置217は、足付きレンズ216の他に、透明基板198に、固体撮像素子55、自由曲面プリズム189を組合せた構成となっている。足付きレンズ216は、レンズ218の下にフリースペースオプティックス (M. C. Wu, L. -Y. Lin, S-S. Lee, K. S. J. Pister 著 Sensors and ActuatorsA50 (1995) 127-134 等を参照) のマイクロマシン技術等で作った足219が付いて構成されている足219は、後述の図17に示す電極193bに相当する、静電気力でスライドする電極219b (図13) に接続されており、電極219bがスライドすることにより、図13に示す角 $\theta$ が変化するように作られている。足219との交点 $P_1$ 、 $P_2$ は、角 $\theta$ が変化するとき、透明基板198の表面上を動くようになっている。そして足付きレンズ216は、足219の角 $\theta$ を変えてレンズ218と透明基板198との距離Zを変えることでピント調整ができるようになっている。なお、図12に示す透明基板198と自由曲面プリズム189の間には、物体からの光60が点Aにおいて全反射するように、わずかに空気間隔が設けられている。また、図13は、本実施形態の変形例として足付きレンズ216と透明基板198と固体撮像素子55とを組合せてなるシンプルな構成の撮像装置の一例を示す図である。

【0030】図14は、本発明の第8実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置は、観察装置の一例として、デジタルカメラのファインダーを構成している。本実施形態の光学装置は、図12、図13に示す足付きレンズ216のレンズ218をミラー218Bでおきかえた足付きミラー216Bを備えた構成となっている。なお、本実施形態の光学装置は、足付きミラー216Bの

他に、透明基板198とレンズ211とからなる板状ユニット186と、自由曲面プリズム189を備えている。本実施形態の光学装置は、足219をスライドさせてミラー218Bと透明基板198との距離Zを変えることで視度調整を行なうことができるようになっている。

【0031】図12、図13に示す足付きレンズ216は、可動光学素子の一つである可動レンズの一例として用いたものである、可動レンズの他の例としては、静電レンズがある。図15は、本発明の実施形態に用いる可動レンズの他の例を示す静電レンズの構成概要図である。静電レンズ220は、レンズ218、電極221、222、ダンパー223などを備えた構成となっている。この静電レンズ220は、電極221と電極222との間に電圧を掛けることにより、静電気力でレンズ218と透明基板198との間の距離を変えてピント合わせ、ズーミング等に用いることができるようになっている。なおダンパー223は、レンズ218を保持し、かつレンズ218が移動するときの衝撃を緩和するようになっている。なお、レンズ218を図16に示すようなミラー225におきかえて可動ミラー226とし、これを本発明の実施形態に用いる可動光学素子としてもよい。

【0032】図16は、本発明の第9実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置228は、光学特性可変光学素子の一つである反射鏡52、可動光学素子の一つである可動ミラー226、可動光学素子の一つである可動レンズの一例である自走レンズ227を備えた構成となっている。また、光学装置228は、その他にシリコン基板187と自由曲面プリズム189を備えている。そして光学装置228は、反射鏡52の焦点距離、自走レンズ227、ミラー225の位置を変えることによってZOOMとフォーカスとを行うことができるようになっている。なお、本実施形態に用いる自由曲面プリズム189を、赤外光を吸収する材料を用いて赤外カット効果を持たせるようにしてもよい。自走レンズ227は、図17に示すように、電極193a、193bと、電極193bに固定されたレンズ218とを備えて構成されており、くし状の二つの電極193a、193bの間に電位差を与えて静電気力で電極193bに固定されたレンズ218を動かすことができるようになっている。

【0033】ところで、近年、デジタルカメラの小型化が望まれており、特に、薄いカード型のデジタルカメラは携帯性に優れ便利である。しかし、図22に示すような従来の光学系と電気系を組合せた撮像装置では小型化に限界があった。そこで、本発明では、薄いカード型デジタルカメラ等に用いる撮像装置、光学装置を提供することもできるようにしている。

【0034】図18は、本発明の第10実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置は、板状ユニットに光



学ブロックの一つである自由曲面プリズム230を組合せた撮像ユニット231を用いてデジタルカメラ232を構成している。デジタルカメラ232には、その他に、例えば液晶ディスプレイなどのディスプレイ209が設けられている。そして、本実施形態のデジタルカメラ232は、撮像ユニット231がデジタルカメラ232の厚さ方向と平行な方向に位置する物体を撮像することができるようにになっている。図19、図20は、自由曲面プリズム230の形状を詳しく示した図で、図19は自由曲面プリズム230を上方からみた図、図20は自由曲面プリズム230を物体側からみた図である。自由曲面プリズム230は、物体からの光60を反射面R1によって反射し、XY平面内で、且つ、反射鏡52に向かう方向に向きを変え、反射鏡52により反射された後に、反射面R2で反射されて固体撮像素子55と結像することができるように形成されている。このように物体から自由曲面プリズム230に入射する入射光60と自由曲面プリズム230を射出して固体撮像素子55に入射する光線mとが捩じれの関係になるように自由曲面プリズム230の形を作れば、デジタルカメラ232の厚さを固体撮像素子55の巾Wと同程度に薄型化することができる。なお、自由曲面プリズム230のかわりに、固体撮像素子55に入射する光線mと物体からの入射光60とが捩じれの関係になるように、通常用いるレンズ、プリズム、図2に示す光学ブロック189のような自由曲面プリズム等の光学素子を配置して光学系を形成してもよい。また、自由曲面プリズム230の光路中の面に、赤外光をカットする干渉膜233を設けて赤外光をカットするようにしてもよい。

【0035】図21は本発明の第11実施形態を示す図である。本実施形態の光学装置は、図18に示すデジタルカメラとは別の一例で、図2に示す小型のデジタルカメラ用撮像ユニット180を用いてデジタルカメラ234を構成している。そして、本実施形態のデジタルカメラ234は、小型のデジタルカメラ用撮像ユニット180がデジタルカメラ234の厚さ方向と直角方向の物体が撮像できるようになっている。本実施形態のデジタルカメラ234によれば、小型のデジタルカメラ用撮像ユニット180が、物体からの入射光60とデジタルカメラ234の厚さ方向とが直交するように配置されているので、デジタルカメラ234の厚さを薄くすることができる。なお、デジタルカメラの撮像系には、図18、図21に示す撮像ユニットの他に、本発明の板状ユニット、装置のいずれを用いてもよい。また、本発明の板状ユニット、装置は、デジタルカメラ以外、例えばPDAの光学系、撮像装置に用いてもよい。

【0036】ところで、近年、電子カメラ、ビデオカメラ等の電子撮像装置が増えてきている。それらは図33に示すように、固体撮像素子1にレンズ系2を組み合わせたものがほとんどであった。しかしながら、上記のもの

は構造が複雑なため、部品点数が多く、組み立ても面倒で、小型化、コストダウンに限界があった。そこで、本発明では小型でコストの安い電子撮像装置を提供することできるようにしている。

【0037】上記目的を達成する本発明の光学装置は、一枚の透明基板の表面に少なくとも撮像素子と光学素子とを配設し、それ自体で、あるいは別部品を追加することにより撮像機能を有するようになっている。

【0038】図23は、本発明の第12実施形態を示す図である。第12実施形態の光学装置は、ガラス、結晶、プラスチック等からなる一枚の透明基板3の両面に、光学素子である自由曲面4、6、回折光学素子（以下、DOEという）5を形成し、さらにシリコン薄膜技術等を用いて固体撮像素子1を形成したものである。これを板状撮像ユニット7と呼ぶ。自由曲面とは、非回転対称面で構成される面であり、さらに、対称面を一面のみ有するもしくは対称面を有しない曲面である。自由曲面は、屈折作用、反射作用のいずれにも用いられる。本実施形態では、図示しない物体からの光7'は自由曲面4で屈折され、オフアクシス型DOE5で偏向、反射され、自由曲面6で反射し、固体撮像素子1上に結像する。自由曲面4、6、DOE5で収差の補正がなされているので、固体撮像素子1には通常のレンズ系で結像したのと同様の良好な画像が入射する。自由曲面4、6はモールド等の方法で、またDOE5はモールドあるいはリソグラフィ等の方法で、固体撮像素子1と同時に形成してもよい。固体撮像素子1は透明基板3の上に直接リソグラフィの手法で形成してもよいが、それが難しい場合には固体撮像素子1を別個に製作しておきあとで透明基板3と一体化してもよい。あるいは、図示していないが、板状撮像ユニット7の外部にレンズ等の部品を追加し、それらと板状撮像ユニット7とで撮像機能を有するように構成してもよい。

【0039】図24は、本発明の第13実施形態を示す図である。第13実施形態の光学装置は、第12実施形態における撮像ユニット7を、TFT液晶ディスプレイ8、周辺回路のIC9、マイクロプロセッサ10と一緒に透明基板3の上に形成した、携帯情報端末装置用のユニットである。撮像ユニット7にはさらに、メモリ、電話等の機能をもつIC(LSI)と一緒に形成してもよい。また、透明基板3には電子撮像装置のファインダー11も形成してある。これは、透明基板3上に視野枠を設けただけの簡単なものでもよいし、図25に示すように透明基板3の両面に凹レンズ12、凸レンズ13を設け、ガリレオ望遠鏡型のファインダーとしたものなどでもよい。あるいは、凹レンズ12、凸レンズ13の少なくとも一方を透明基板3の外部に設け、透明基板3上のレンズと合わせてファインダーとしてもよい。

【0040】図26は、本発明の第14実施形態を示す図である。第14実施形態の光学装置は、焦点調整の可

能な板状撮像ユニットである。板状撮像ユニット14で焦点調節をおこなう場合、図23に示したDOE5、自由曲面6等の位置を機械的に動かすことは不可能である。そこで、本実施形態の板状撮像ユニット14では、焦点距離が可変の光学素子15を用いている。図27は光学素子15の一例を示し、高分子分散液晶16を用いた可変焦点DOE17である。透明基板18の少なくとも一方の面に光の波長程度の溝が形成されており、透過電極19に電圧を加えると液晶分子20の方向は図28に示すように揃うので、高分子分散液晶16の屈折率は下がる。一方、電圧を加えなければ液晶分子20の方向はランダムなので高分子分散液晶16の屈折率は上がる。したがって、可変焦点DOE17は電圧のON、OFFで焦点距離を切り替えることができる。高分子分散液晶16は、液晶分子20に対する重量比をある程度以上（たとえば25%以上）に大きくすればほぼ固体になるので、高分子分散液晶16の右側には基板を設けなくてもよい。また、図29に示すように高分子分散液晶16の右側の面および透明基板18の左側の面を曲面21にして、レンズ作用、収差補正に用いてもよい。図27および図29に示した例では、ともに、透明基板18の右側の面をDOE面でなくフレネル面としてもよい。このときDOE17は可変焦点フレネルレンズとして作用する。さらに、図54に示すように、透明基板18の右側の面を通常のレンズのような曲面としてもよい。

【0041】また、上述した透明基板3、18には赤外カットフィルタの効果をもたせてもよい。図30は、本発明の第15実施形態を示す図である。第15実施形態の光学装置は、反射型の可変焦点フレネルミラー22を用いた板状撮像ユニットである。可変焦点フレネルミラー22は、図31に示すように反射面23が設けられて

$$NA \geq \theta_L$$

を満たすことが必要であった。しかし、NAを大きくするにつれてライトガイドのガラスが黄色に着色し、色再現の低下、伝送光量の低下を生ずる欠点があった。

【0044】以下、上記の従来技術の問題点を解決し得る光源光学系について説明する。第1の例は、図36に示すように、DCCレンズ34を配設し、ランプ33からの光束のうち中心と周辺とをDCCレンズ34の側面34'での全反射により反転させ、集光レンズ35に入射させるものである。なおDCCレンズ34とは、K.Ko no et al.: Opt. Rev. 4(1997)423. に説明があるところ、両端が円錐形にへこみ側面が光を反射する円筒状の光学素子であり、入射光を側面34'にて全反射させるかあるいは側面に金属膜を付けて反射させ、入射光束のうち中心の光線aと周辺の光線bとを反転し、集光レンズ35の周辺に光線aが、集光レンズ35の中心に光線bが入射するようにする。このようにすると、 $\theta$ とIと

$$t = \{1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)\} \cdot h / \cot (\alpha + \phi) \quad \dots (4)$$

$$\sin \phi = \cos \alpha / n \quad \dots (5)$$

おり、電圧の可変をスイッチ24の開閉または可変抵抗25でおこなうことによってフレネル面26の屈折力が変わるので可変焦点のフレネルミラーとして動作する。フレネル面26の代わりにDOEとしてもよい。

【0042】なお、上記の実施形態における可変焦点DOE17、フレネルミラー22は、板状撮像ユニット7に用いるのみならず、図32に示すように通常の撮像装置あるいは厚さの異なる光ディスク用の可変焦点レンズ、電子内視鏡、TVカメラ、フィルムカメラ等に用いてもよい。また、用いる液晶としてはトラン系の液晶たとえば大日本インキDON-605: N-1（日化協月報1997年2月号p. 14~p. 18）等を用いると光学的異方性が大きく（ $\Delta n = 0.283$ ； $\Delta n$ は光学的異方性を表し、屈折率楕円体の主軸の長さの差である）、液晶の粘性が低く、高速の焦点距離の切り換えができなおい。次に、電子撮像系のひとつである電子内視鏡あるいはファイバスコープ、硬性鏡等の内視鏡あるいは工業用検査装置に用いられるライトガイド用の光源光学系について述べる。

【0043】従来技術では図34に示すように、ライトガイド31の手前に非球面レンズ32があり、ランプ33からの光をライトガイド31の端面に集めるようになっている。ランプ33はランプ以外の光源たとえば半導体レーザ等でもよい。ライトガイド31の入射面の法線に対して入射光がなす角を $\theta$ とし、入射光強度をIとすると、 $\theta$ とIとの関係は図35に示すようになる。Iの値は $\theta$ に対してほぼ一定値を保っており $\theta_L$ のところで光線がなくなるので0になる。入射光束の立体角を考えれば入射光エネルギーが最大となるのは $\theta = \theta_L$ の近傍である。したがってライトガイド31は入射角 $\theta_L$ の光を伝達できるよう、

$$\dots (3)$$

の関係は図37に示すように、中心では高く（理論的には無限大）周辺では低く（理論的には0）になるので、NAの小さいライトガイドでも大量の光量を伝送でき、前述の問題点が解消する。なお、DCCレンズ34はガラス、プラスチック、ゴム等の透明物質の成形あるいは研削で作ることができる。図36に示した形状のDCC34が加工しにくい場合は、図38に示すように、二つの部材36、37に分割して作ってもよく、とくに同形の二つの部材に分割して作れば型が共有できコスト的に有利である。

【0045】DCCレンズの設計例を以下に示す。図39に示すように、DCCレンズ34の中心厚をt、屈折率をn、入射光束高（=射出光束高）をh、DCCレンズの頂角の1/2を $\alpha$ 、 $\phi$ を下記式（5）で定義すると、

の関係がある。ここで、 $n=1.53$ 、 $h=12.7\text{mm}$ 、 $\alpha=45^\circ$ とすると、 $\phi=27.527^\circ$ 、 $t=27.645\text{mm}$ となるが、DCCレンズ34の直径Dを、

$$t' = (D/2 - h) \cdot \tan(90^\circ - \alpha - \phi) \quad \dots (6)$$

したがって、 $t=28.369\text{mm}$ とするのがよい。—

$$D \leq 3h + 5$$

を満足させるのがよい。したがってtは、下記条件

(8)を満たすように決めるのがよい。

$$\begin{aligned} 0.6 \times \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot(\alpha + \phi)) / \cot(\alpha + \phi) \} \times h \leq t \leq \\ \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot(\alpha + \phi)) / \cot(\alpha + \phi) \} \times h + 5 (D/2 - h) \\ \cdot \cot(\alpha + \phi) \quad \dots (8) \end{aligned}$$

条件(8)の下限を下回ると光源中心付近の光束のケラレが生じ損であり、上限を上回ると光源周辺の光束のケラレが生じ損である。以上のように、DCCレンズの中心厚tは上記条件(5)、(8)を満たすように決めるとよい。なお、図38に示したようにDCCレンズ34を二つに分割して製作した場合でも、その中心厚tとして36と37のそれぞれの中心厚の和をとれば上記条件(5)、(7)、(8)を適用できる。また、図40に示すようにランプ33の中心部のフィラメントが原因でランプ33からの射出光束の中心部が黒く抜けてしま

$$1/f \approx (n-1)/R$$

を満たすようにRを決めればよい。本実施形態においても部材36、38を一体とする形状にしてもよい。また、同様にランプ33からの射出光束が平行光束でない場合は部材36の入射面36'の断面形状を曲面にして、部材36内を通る光束が平行光束になるようにしてもよい。上記の他、部材36の射出面、部材38の入射面をそれぞれ曲面とすることも可能である。

【0049】以上に説明した光源光学系によれば、NAが比較的小さく着色の少ないライトガイドでも大量の光量を伝送できる。次に、微小レンズを基板上に整列させる方法について述べる。

【0050】内視鏡などに用いられるライトガイド用の光源装置において、一般的には図42に示すように、ライトガイド104の端面に凹レンズ100を配置する光学系が知られている。また、ライトガイド光学系を大きくすることなく配光特性を向上させる方法として、従来技術では図43に示すように、球状レンズ101を基板102上に2次元的にアレイ状に並べた球状レンズアレイ103をライトガイド104の端面に設ける方法が考えられている。良好な配光特性を得るには、図44に示すように、球状レンズ101が稠密に並んでいることが望ましい。しかしここで用いられる球状レンズは数 $\mu\text{m}$ 程度であり、このような微粒子を稠密に整列させる手段として重力を利用する方法が考えられるが、直径 $1\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ 程度の微粒子を重力を用いて2次元的に規則正しく整列させるのは極めて困難である。また、工業的に量産を考えると、短時間で比較的面積の大きな基板に形成させる必要が生ずる。

やや余裕をみて $30\text{mm}$ とすると、tは下記式(6)のt'ほど大きくする必要がある。

【0046】

方、Dを2hより大きくしすぎるとコスト的に不利で、

...

【0047】

場合がある。つまり、直径dの斜線部の光エネルギーがないのである。しかし、この場合もDCCレンズ34によって射出光束の黒い抜けをなくすることができる。

【0048】第2の例は、図41に示すように、DCCレンズを二つに分割した一方の部材38を凸レンズ作用をもつ曲面としたものである。この場合は集光レンズを省略できるのでコスト低減ができるメリットがある。部材38の断面の凸カーブ38'の半径をR、省略する集光レンズの焦点距離をf、部材38の屈折率をnとすると、

...

【0051】以下、上記の従来技術の問題点を解決し得る方法について説明する。球状部材を分散させた液体中に基板を入れ、基板を液体から引き上げる際、境界付近では液体の表面張力と液体の蒸発に伴う流れが発生し微粒子が基板上に結晶状に整列する、自己集積現象が知られている(K.Nagayama ed.: "Protein Array -An Alternative Biomolecular System", Adv. Biophys.(Tokyo) 34(1997), Japan Scientific Soc. Press)。第1の例は、微小レンズを基板上に整列させる手段としてこの自己集積現象を利用するものである。図45に示すように、微小球状レンズ101を分散させた液体105の中に、基板102となる部材を浸し、基板102を垂直または水平に引き上げ液体を蒸発させることによって、微小球状レンズ101を基板102上に稠密に整列させ、球状レンズアレイを製作することができる。

【0052】第2の例は、図46に示すように、基板102上に球状レンズ101を分布させ、基板102を振動させることにより、球状レンズ101を基板102に整列させることができる。

【0053】以上に説明した方法により整列させた球状レンズを接着剤等で固定すれば、規則正しく並んだ球状レンズアレイを容易に製作できる。特に、比較的広い面積の基板でも容易に製作でき工業的にもメリットがある。

【0054】また、図47に示すように球状レンズアレイ103を2層にすると、さらに配光特性が向上する。図48は、光源装置の配光特性すなわち射出光の角度 $\theta$ に対する強度Iの分布を示す。実線はライトガイド10

4の端面に凹レンズを配置した場合、破線は上記第1、第2の例の単層レンズアレイを配置した場合、一点鎖線は図47に示した2層レンズアレイを配置した場合を示し、2層レンズアレイを配置した場合は配光特性が向上している。

【0055】また、本手法で製作された球状レンズアレイは、図49に示すように、液晶表示素子のバックライトの集光にも適用できる。本図において、バックライト109からの光束は球状レンズアレイ103を透過し液晶表示素子110を照明する。これによってバックライト109からの光を効率よく集光でき、明るい液晶表示素子を実現できる。

【0056】さらに、図50に示すように、CCDなどの撮像素子111の直前に本手法で製作した球状レンズアレイ103を設けることによって、撮像素子の開口効率が大幅に向上する。

【0057】なお、基板上に整列した微小粒子を固定する方法としては、図51に示すように、接着剤113の使用が考えられるが、粘性の高い接着剤を使用すると整列した粒子の配列が乱れるおそれがある。また、接着剤自体の化学的変化により、透過率が低下するおそれがある。特に医療用内視鏡の場合、高温での滅菌作業が不可欠なので接着剤を用いない方法が望ましい。そこで、図52に示すように、もう1枚の基材112を用いて挟み、両端を封止する方法が考えられる。さらに、図53に示すように、基板または球状レンズを加熱することにより溶かし、互いに固定させることもできる。

【0058】以上に説明した方法によれば、微小な球状レンズを基板上に容易に稠密に並べることができ、内視鏡先端部の小型化、液晶表示素子の明るいバックライト、固体撮像素子の集光効率の向上等を実現することができる。

【0059】以上説明したように、本発明による光学装置、撮像装置、表示装置、結像装置等は、以下の付記に示す特徴を備えていることが好ましい。

#### 付記

【0060】1. 一枚の基板に少なくとも光学素子、シャッター、絞り、表示素子のうちの一つ以上と撮像素子と、を配設した光学装置。

【0061】2. 一枚の基板に光学素子、シャッター、絞り、表示素子、撮像素子等のうちの二つ以上を配設した光学装置。

【0062】3. 一枚の基板に光学素子、シャッター、絞り等のうちの二つ以上を配設した光学装置。

【0063】4. 一枚の基板に、少なくとも撮像素子、光学素子、シャッター、絞り、のうちの一つ以上と表示素子と、を配設した光学装置。

【0064】5. 前記光学素子が、光学特性可変光学素子であることを特徴とする付記項1ないし付記項4のいずれかに記載の光学装置。

【0065】6. 前記光学特性可変光学素子が、可変焦点光学素子であることを特徴とする付記項5に記載の光学装置。

【0066】7. 前記光学特性可変光学素子が、可変焦点ミラーであることを特徴とする付記項5に記載の光学装置。

【0067】8. 前記光学素子が、可動光学素子であることを特徴とする付記項1ないし付記項4のいずれかに記載の光学装置。

【0068】9. 前記光学素子が、薄膜レンズ技術を用いて作られたことを特徴とする付記項1ないし付記項4のいずれかに記載の光学装置。

【0069】10. 前記光学素子が、ミラーであることを特徴とする付記項1ないし付記項4のいずれかに記載の光学装置。

【0070】11. 前記光学素子が、赤外光カット機能を有することを特徴とする付記項1ないし付記項4のいずれかに記載の光学装置。

【0071】12. シリコン基板上に形成したことを特徴とする付記項1ないし付記項11のいずれかに記載の光学装置。

【0072】13. 前記基板が透明であることを特徴とする付記項1ないし付記項11のいずれかに記載の光学装置。

【0073】14. 前記基板が赤外光除去機能を有することを特徴とする付記項13に記載の光学装置。

【0074】15. 前記基板の少なくとも一部が不透明であることを特徴とする付記項1ないし付記項14のいずれかに記載の光学装置。

【0075】16. 前記光学装置を製作するのにリソグラフィプロセスを用いる付記項1ないし付記項15のいずれかに記載の光学装置。

【0076】17. 各種ICまたはLSIを含む付記項1ないし付記項16のいずれかに記載の光学装置。

【0077】18. 光学ブロックと前記光学装置とを備えた付記項1ないし付記項17のいずれかに記載の装置。

【0078】19. 光学素子と光学ブロックと前記光学装置とを備えた付記項1ないし付記項18のいずれかに記載の装置。

【0079】20. 前記光学ブロックが赤外光カット機能を有する付記項18または付記項19に記載の装置。

【0080】21. 付記項1ないし付記項11、付記項17のいずれかに記載の光学装置と付記項13ないし付記項15のいずれかに記載の透明な光学装置を組み合わせた装置。

【0081】22. 光学素子、シャッター、絞り、表示素子、撮像素子の一つ以上と光学ブロックとを備えた光学装置。

【0082】23. 光学素子、シャッター、絞り、表示

素子、撮像素子の二つ以上と光学ブロックとを備えた光学装置。

【0083】24. 光学ブロックの複数の面に対向して光学素子、シャッター、絞り、表示素子、撮像素子のうちの二つ以上を配置した光学装置。

【0084】25. 光学特性可変光学素子または可動光学素子を少なくとも一つ含み、ZOOMを行う付記項1ないし付記項17のいずれかに記載の光学装置または付記項18ないし付記項21のいずれかに記載の装置を含む光学装置。

【0085】26. 付記項1ないし付記項25のいずれかに記載の装置を備えた撮像装置。

【0086】27. 付記項1ないし付記項25のいずれかに記載の装置を備えた結像装置。

【0087】28. 撮像または観察方向と、撮像素子または眼に入射する光線とが捩じれの関係にある光学装置を用いた撮像装置。

【0088】29. 撮像または観察方向と、撮像素子または眼に入射する光線とが捩じれの関係にある、付記項1ないし付記項17のいずれかに記載の光学装置または付記項18ないし付記項25のいずれかに記載の装置を含む光学装置。

【0089】30. 付記項1ないし付記項17のいずれかに記載の光学装置または付記項18ないし付記項25のいずれかに記載の装置を含む、請求項2に記載の光学装置。

【0090】31. 撮像または観察方向が厚さ方向とほぼ直角であることを特徴とする付記項1ないし付記項17のいずれかに記載の光学装置または付記項18ないし付記項25のいずれかに記載の装置または付記項30に記載の光学装置を含む撮像装置。

【0091】32. 撮像または観察方向が厚さ方向とほぼ平行であることを特徴とする付記項1ないし付記項17のいずれかに記載の光学装置または付記項18ないし付記項25、請求項1、請求項2のいずれかに記載の装置を含む撮像装置。

【0092】33. 請求項3に記載の足つき光学素子。

【0093】34. 請求項3に記載の静電光学素子。

【0094】35. 請求項3に記載の自走光学素子。

【0095】36. フォーカスまたはズームを行う請求項3に記載の可動光学素子を備えた光学装置。

【0096】37. 静電気力又は電磁力によって駆動されるリソグラフィプロセスを含む加工法で製作された絞り。

【0097】38. 静電気力又は電磁力によって駆動されるリソグラフィプロセスを含む加工法で製作されたシャッター。

【0098】39. 静電気力又は電磁力によって駆動されるリソグラフィプロセスを含む加工法で製作された絞りと兼用のシャッター。

【0099】40. 固体撮像素子の素子シャッター機能を用いる撮像装置。

【0100】41. 透過率可変素子を備えた付記項40に記載の撮像装置。

【0101】42. 請求項1ないし請求項3、付記項1ないし付記項37、付記項40に記載の撮像装置。

【0102】43. 基板が不透明である。(遮光効果があり、フレア、ゴーストを抑制できる。)

【0103】44. 基板が、光路上は透明であり、光路外の少なくとも一部に遮光手段を設けている。(基板を介して光学系を構成できるため薄型化できる。且つフレア、ゴーストを抑えられる。)

【0104】45. 基板の一方の面に光学素子と撮像素子を並列させて配置した。

【0105】46. 基板の一方の面に光学素子と表示素子を並列させて配置した。

【0106】47. 基板の一方の面に複数の光学手段を並列させて配置した。(光学系、装置全体を薄型化できる。)

【0107】48. 基板が透明であり、一部に内面反射面を有する。(基板中で光路を折り返せるので、光学系全体の薄型化がはかれる。)

【0108】49. 光学素子と撮像素子とが互いに偏心している。

【0109】50. 基板が透明のほぼ平行平板であり、且つ面の一部が曲面にて構成された光学面である。

【0110】51. 主光線または光軸が屈曲している。

【0111】52. 一枚の基板上に光学素子、シャッター、絞り、表示素子、撮像素子のうち複数を非共軸に配置した光学装置。

【0112】53. 一枚の基板上に光学素子、シャッター、絞り、表示素子の少なくともいづれかの素子と、前記素子とは非共軸の撮像素子とを配置した光学装置。

【0113】54. 光学特性可変光学素子を基板上に配すると共に、上記基板上に更に、表示素子、撮像素子、他の光学素子のうち何れかを配置した光学装置。

【0114】55. 可動光学素子を基板上に配すると共に、上記基板上に更に、表示素子、撮像素子、他の光学素子のうち何れかを配置した光学装置。

【0115】56. 反射面を有する基板上に更に、表示素子、撮像素子、他の光学素子のうち何れかを配置した光学装置。

【0116】57. 赤外カットフィルターを有する基板上に更に、表示素子、撮像素子、他の光学素子のうち何れかを配置した光学装置。

【0117】58. 一枚の透明基板の表面に少なくとも撮像素子と光学素子とを配設し、撮像機能を有することを特徴とする板状撮像ユニット。

【0118】59. 一枚の透明基板の表面に、撮像素子と、少なくとも回折光学素子と曲面レンズと自由曲面の

うちの一つ以上とを配設し、撮像機能を有することを特徴とする板状撮像ユニット。

【0119】60. 一枚の透明基板の表面に、ファインダーと撮像素子と、少なくとも回折光学素子と曲面レンズと自由曲面のうちの一つ以上とを配設し、撮像機能を有することを特徴とする板状撮像ユニット。

【0120】61. 一枚の透明基板の表面に、撮像素子と表示装置と、少なくとも回折光学素子と曲面レンズと自由曲面とファインダーのうち一つ以上とを配設し、撮像機能を有することを特徴とする板状撮像ユニット。

【0121】62. 製作段階でリソグラフィプロセスを用いることを特徴とする、付記項58ないし付記項61のいずれかに記載の板状撮像ユニット。

【0122】63. 可変焦点光学素子を備えたことを特徴とする、付記項58ないし付記項62のいずれかに記載の板状撮像ユニット。

【0123】64. 前記透明基板が赤外カットフィルタ効果を有することを特徴とする、付記項58ないし付記項63のいずれかに記載の板状撮像ユニット。

【0124】65. 付記項58ないし付記項64のいずれかに記載の板状撮像ユニットを備えた撮像装置。

【0125】66. 付記項58ないし付記項64のいずれかに記載の板状撮像ユニットを備えた携帯情報端末装置。

【0126】67. 一枚の透明基板とその表面に形成された高分子分散液晶とからなることを特徴とする可変屈折力光学素子。

$$\begin{aligned} \sin \phi &= \cos \alpha / n & \dots (5) \\ 0.6 \times \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)) / \cot (\alpha + \phi) \} \times h &\leq t \leq \\ \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)) / \cot (\alpha + \phi) \} \times h + 5 (D/2 - h) & \dots (8) \\ &\cdot \cot (\alpha + \phi) \end{aligned}$$

ただし、 $\phi$ は式(5)で定義される角、 $\alpha$ はDCCレンズの頂角の $1/2$ 、 $n$ はDCCレンズの屈折率、 $h$ は入射光束高、 $t$ はDCCレンズの中心厚、 $D$ はDCCレンズの直径である。

$$\begin{aligned} \sin \phi &= \cos \alpha / n & \dots (5) \\ D &\leq 3h + 5 & \dots (7) \\ 0.6 \times \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)) / \cot (\alpha + \phi) \} \times h &\leq t \leq \\ \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)) / \cot (\alpha + \phi) \} \times h + 5 (D/2 - h) & \dots (8) \\ &\cdot \cot (\alpha + \phi) \end{aligned}$$

ただし、 $\phi$ は式(5)で定義される角、 $\alpha$ はDCCレンズの頂角の $1/2$ 、 $n$ はDCCレンズの屈折率、 $h$ は入射光束高、 $t$ はDCCレンズの中心厚、 $D$ はDCCレンズの直径である。

$$1/f \doteq (n-1)/R$$

ただし、 $R$ はDCCレンズを二つに分割した部材のうち凸レンズ作用をもつ曲面とした一方の部材の断面の凸カーブの半径を $R$ 、 $n$ は該部材の屈折率、 $f$ はこれにより省略できる集光レンズの焦点距離である。

【0138】79. 付記項73ないし付記項78のいつ

【0127】68. 一枚の透明基板とその表面に形成された高分子分散液晶とからなることを特徴とする可変焦点光学素子。

【0128】69. 一枚の透明基板とその表面に形成された高分子分散液晶とからなることを特徴とする可変焦点回折光学素子。

【0129】70. 液晶に対する高分子の重量比を25%以上にしたことを特徴とする、付記項67ないし付記項69のいずれかに記載の光学素子。

【0130】71. 前記透明基板が赤外カットフィルタ効果を有することを特徴とする、付記項67ないし付記項70のいずれかに記載の光学素子。

【0131】72. 付記項67ないし付記項71に記載の光学素子を備えた撮像装置。

【0132】73. 光線が透過する少なくとも一面が凹曲面で、側面が光線を反射する光学素子を少なくとも一つ備えたことを特徴とするライトガイド用光源光学系。

【0133】74. 一面が光線が透過する凹曲面で、側面が光線を反射する同形の光学素子二つを備えたことを特徴とするライトガイド用光源光学系。

【0134】75. 両端が光線が透過する凹曲面で、側面が光線を反射する光学素子を備えたことを特徴とするライトガイド用光源光学系。

【0135】76. 下記条件(5)、(8)を満たすことを特徴とする、付記項73ないし付記項75のいずれかに記載のライトガイド用光源光学系。

【0136】77. 下記条件(5)、(7)、(8)を満たすことを特徴とする、付記項73ないし付記項75のいずれかに記載のライトガイド用光源光学系。

$$\begin{aligned} \sin \phi &= \cos \alpha / n & \dots (5) \\ D &\leq 3h + 5 & \dots (7) \\ 0.6 \times \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)) / \cot (\alpha + \phi) \} \times h &\leq t \leq \\ \{ (1 - \cot \alpha \cdot \cot (\alpha + \phi)) / \cot (\alpha + \phi) \} \times h + 5 (D/2 - h) & \dots (8) \\ &\cdot \cot (\alpha + \phi) \end{aligned}$$

【0137】78. 光線射出面の断面形状が下記条件(9)を満たすことを特徴とする、付記項73ないし付記項75のいずれかに記載のライトガイド用光源光学系。

$$\dots (9)$$

れかに記載の光学系を備えた光源装置。

【0139】80. 基板上に球状レンズを稠密に整列させる手段として自己集積現象を用いた球状レンズアレイの製作方法。

【0140】81. 基板上に球状レンズを稠密に整列さ

せる手段として基板または球状レンズを振動させる球状レンズアレイの製作方法。

【0141】82. 球状レンズがガラスであることを特徴とする、付記項80または付記項81に記載の方法。

【0142】83. 球状レンズが樹脂であることを特徴とする、付記項80または付記項81に記載の方法。

【0143】84. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作したレンズアレイを備えた照明光学系。

【0144】85. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作したレンズアレイを備えた内視鏡用照明光学系。

【0145】86. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作したレンズアレイを備えた顕微鏡用照明光学系。

【0146】87. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作したレンズアレイを備えた液晶表示素子のバックライト照明光学系。

【0147】88. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作したレンズアレイを備えた撮像素子。

【0148】89. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作した球状レンズの基板への固定手段として、接着剤を用いて固定する方法。

【0149】90. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作した球状レンズの基板への固定手段として、別の基板を用いて前記球状レンズを挟むことにより固定する方法。

【0150】91. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作した球状レンズの基板への固定手段として、前記球状レンズまたは前記基板を加熱することにより固定する方法。

【0151】92. 付記項80または付記項81に記載の方法によって製作した球状レンズアレイ。

【0152】93. 付記項80または付記項81に記載の方法によって球状レンズアレイを製造する製造装置。

【0153】94. 一枚の透明基板の表面に少なくとも撮像素子と光学素子とを配設した板状撮像ユニット。

【0154】95. 一枚の透明基板の表面に、撮像素子と、少なくとも回折光学素子と曲面レンズと自由曲面のうちの一つ以上とを配設した板状撮像ユニット。

【0155】96. 一枚の透明基板の表面に、ファインダーと撮像素子と、少なくとも回折光学素子と曲面レンズと自由曲面のうちの一つ以上とを配設した板状撮像ユニット。

【0156】97. 一枚の透明基板の表面に、撮像素子と表示装置と、少なくとも回折光学素子と曲面レンズと自由曲面とファインダーのうちの一つ以上とを配設した板状撮像ユニット。

【0157】98. 制作段階でリソグラフィプロセス

を用いることを特徴とする、付記項94ないし付記項97のいずれかに記載の板状撮像ユニット。

【0158】99. 可変焦点光学素子を備えたことを特徴とする、付記項94ないし付記項98のいずれかに記載の板状撮像ユニット。

【0159】100. 前記透明基板が赤外カットフィルタ効果を有することを特徴とする、付記項94ないし付記項99のいずれかに記載の板状撮像ユニット。

【0160】101. 付記項94ないし付記項100のいずれかに記載の板状撮像ユニットを備えた撮像装置。

【0161】102. 付記項94ないし付記項100のいずれかに記載の板状撮像ユニットを備えた携帯情報端末装置。

【0162】

【発明の効果】以上に示したように、本発明によれば、小型でコストの安い撮像装置、観察装置等の光学装置あるいはそれらに用いられるユニット等の部品を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態を示す図である。

【図2】 本発明の第2実施形態を示す図である。

【図3】 図2の光学装置を上方から見たマイクロシャッター付近の拡大図である。

【図4】 本発明の第2実施形態に用いる絞りの変形例を示す図である。

【図5】 本発明の第2実施形態の変形例として、光学特性可変光学素子の一つである可変焦点ミラーの別の一例である液晶可変焦点レンズをミラーの前面に配置した液晶可変ミラーを用いた撮像装置の一例を示す図である。

【図6】 本発明の第3実施形態を示す図である。

【図7】 本発明の第3実施形態の撮像装置に用いるローパスフィルターの斜視図で、捩じれ関係にある二つの平面よりなる瞳分割型のローパスフィルターを示す。

【図8】 本発明の第4実施形態を示す図である。

【図9】 本発明の第5実施形態を示す図である。

【図10】 本発明の第6実施形態を示す図である。

【図11】 本発明の第6実施形態の変形例を示す図である。

【図12】 本発明の第7実施形態を示す図である。

【図13】 本発明の第7実施形態の変形例として足付きレンズと透明基板と固体撮像素子とを組合せてなるシンプルな構成の撮像装置の一例を示す図である。

【図14】 本発明の第8実施形態を示す図である。

【図15】 本発明の実施形態に用いる可動レンズの他の例として静電レンズを示す図である。

【図16】 本発明の第9実施形態を示す図である。

【図17】 本発明の第9実施形態に用いる自走レンズの構成概要図である。

【図18】 本発明の第10実施形態を示す図である。

【図 19】 本発明の第 10 実施形態に用いる自由曲面プリズムを上方からみた図である。

【図 20】 本発明の第 10 実施形態に用いる自由曲面プリズムを物体側からみた図である。

【図 21】 本発明の第 1 実施形態を示す図である。

【図 22】 デジタルカメラの従来例を示す図である。

【図 23】 本発明の第 1 2 実施形態を示す図である。

【図 24】 本発明の第 1 3 実施形態を示す図である。

【図 25】 本発明の第 1 3 実施形態のファインダ部の断面図である。

【図 26】 本発明の第 1 4 実施形態を示す図である。

【図 27】 本発明の第 1 4 実施形態に用いる光学素子を示す図である。

【図 28】 電圧を加えたときの液晶分子の状態を示す図である。

【図 29】 光学素子の変形例を示す図である。

【図 30】 本発明の第 1 5 実施形態を示す図である。

【図 31】 本発明の第 1 5 実施形態に用いる可変焦点フレネルミラーを示す図である。

【図 32】 可変焦点 DOE の応用例を示す図である。

【図 33】 撮像装置の従来例を示す図である。

【図 34】 ライトガイド用の光源光学系の従来例を示す図である。

【図 35】 従来例において入射角と入射光強度との関係を示す図である。

【図 36】 光源光学系の第 1 の例を示す図である。

【図 37】 第 1 の例において入射角と入射光強度との関係を示す図である。

【図 38】 DCC レンズの変形例を示す図である。

【図 39】 DCC レンズの設計例を説明するための図である。

【図 40】 DCC レンズの効果を示す図である。

【図 41】 光源光学系の第 2 の例を示す図である。

【図 42】 ライトガイドの先端部の従来例を示す図である。

【図 43】 ライトガイドの先端部に球状レンズアレイを設けた例を示す図である。

【図 44】 球状レンズが稠密に並んだ状態を示す図である。

【図 45】 微小レンズを基板上に整列させる方法の第 1 の例を示す図である。

【図 46】 微小レンズを基板上に整列させる方法の第 2 の例を示す図である。

【図 47】 球状レンズアレイを 2 層にした例を示す図である。

【図 48】 各種の光源装置の配光特性を比較する図である。

【図 49】 球状レンズアレイの応用例を示す図である。

【図 50】 球状レンズアレイの別の応用例を示す図で

ある。

【図 51】 基板上に整列した微小粒子を固定する方法を示す図である。

【図 52】 基板上に整列した微小粒子を固定する別の方法を示す図である。

【図 53】 基板上に整列した微小粒子を固定するさらに別の方法を示す図である。

【図 54】 本発明の第 3 実施形態に用いる光学素子の別の変形例を示す図である。

【符号の説明】

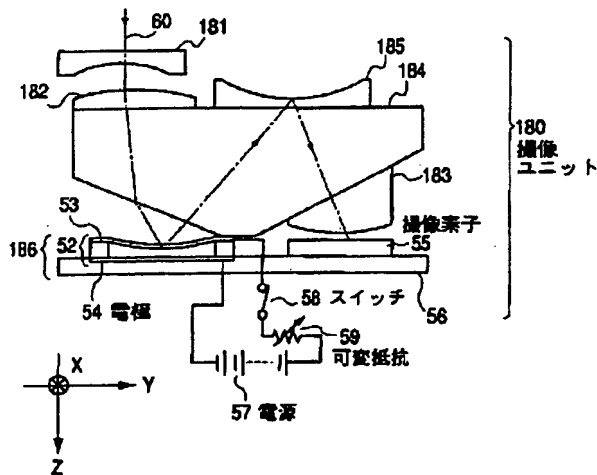
1	固体撮像素子
2	レンズ系
3、18、198	透明基板
4、6	自由曲面
5	回折光学素子 (DOE)
7、14	板状撮像ユニット
7'	光
8	TFT 液晶ディスプレイ
9、203	IC
10	マイクロプロセッサ
11	ファインダ
12、100	凹レンズ
13	凸レンズ
15	光学素子
16	高分子分散液晶
17	可変焦点 DOE
19	透過電極
20	液晶分子
21	曲面
22	可変焦点フレネルミラー
23	反射面
24、58	スイッチ
25	可変抵抗
26	フレネル面
31、104	ライトガイド
32	非球面レンズ
33	ランプ
34	DCC レンズ
34'	側面
35	集光レンズ
a、b	光線
36、37、38	部材
36'	入射面
38'	凸カーブ
52	可変焦点ミラー
53	薄膜
54、193、193a、193b、219b、22	
1、222、256	電極
55	固体撮像素子、CCD
56、102、240	基板



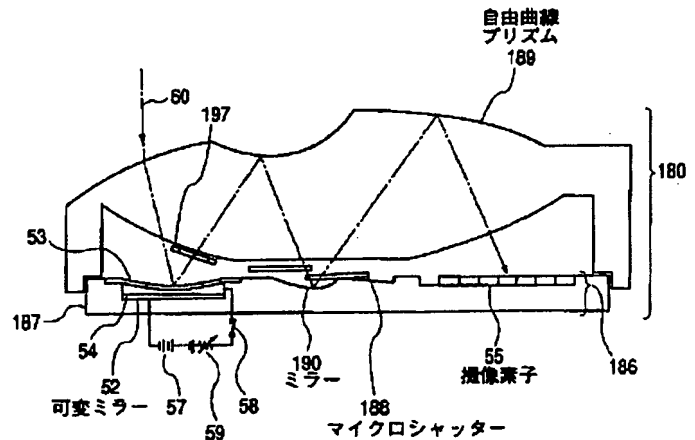
57、196 電源  
 59 可変抵抗器  
 60 物体からの光  
 101 球状レンズ  
 103 球状レンズアレイ  
 105 液体  
 109 バックライト  
 110 液晶表示素子  
 111 撮像素子  
 112 基材  
 113 接着剤  
 170、232、234 デジタルカメラ  
 171、181、182、183、200、200b、  
 208、210、211、212、218 レンズ  
 173、197 絞り  
 174 シャッター  
 175 レンズフォーカシング用ソレノイド  
 180 電子撮像ユニット  
 184 プリズム  
 185、190、218B、225 ミラー  
 186、243、244、245 板状ユニット  
 187 シリコン基板  
 188 マイクロシャッター  
 189、230 自由曲面プリズム  
 191 固定電極

192 遮光板  
 199 反射型LCD  
 201 ローパスフィルター  
 202 透明な板状ユニット  
 204、207、217、228、246、253  
 撮像装置  
 205 曲面状の樹脂薄膜  
 209 ディスプレー  
 214 斜線部  
 216 足付きレンズ  
 216B 足付きミラー  
 219、247、248 足  
 220 静電レンズ  
 223 ダンパー  
 226 可動ミラー  
 227 自走レンズ  
 231 撮像ユニット  
 233 干渉膜  
 241 低品質のシリコン等からなる基板  
 242 高品質のシリコンからなる基板  
 249 液晶シャッター  
 252 液晶可変ミラー  
 254 透明電極  
 255 フレネルレンズ状の基板  
 257 ツイストネマチック液晶

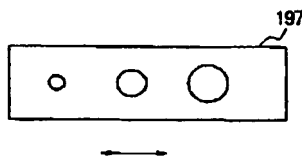
【図1】



【図2】



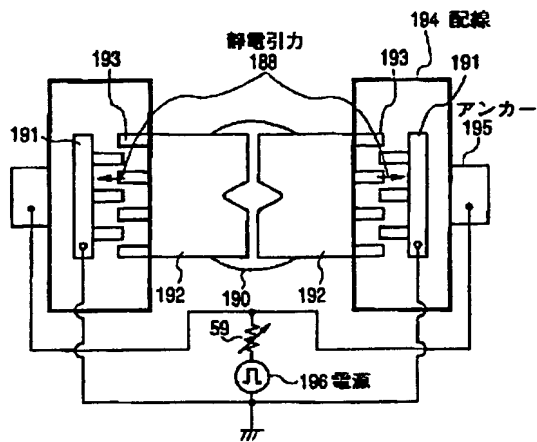
【図4】



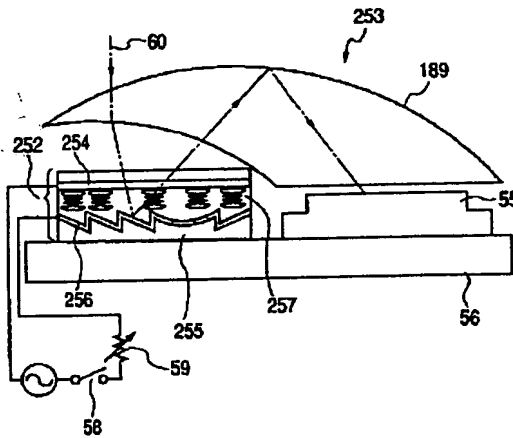
【図7】



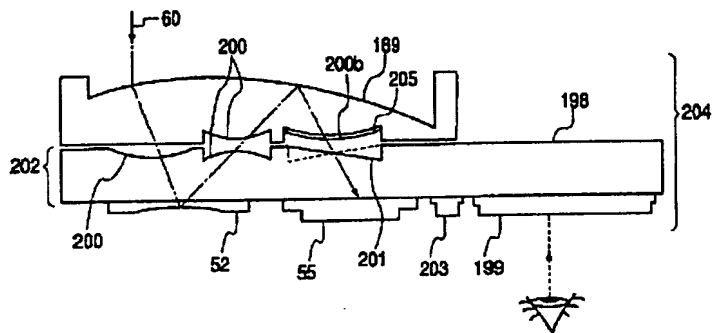
【図 3】



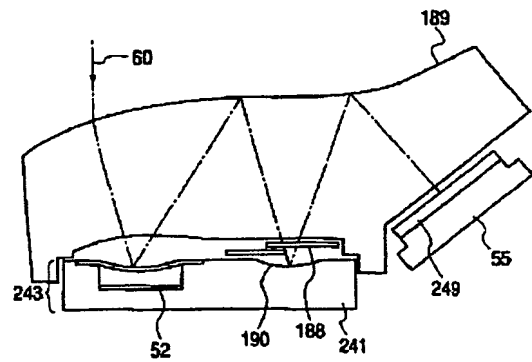
【図 5】



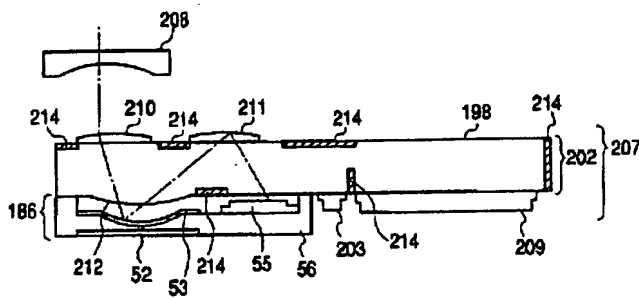
【図 6】



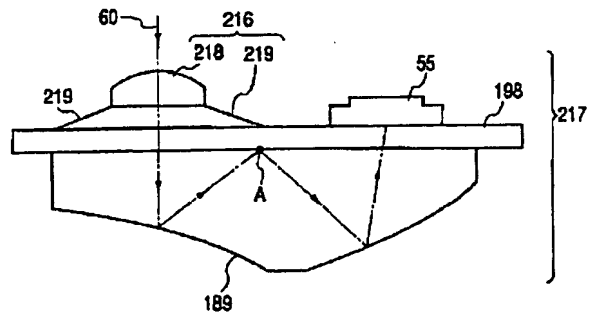
【図 10】



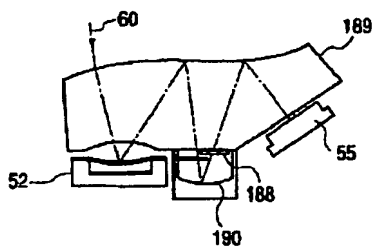
【図 8】



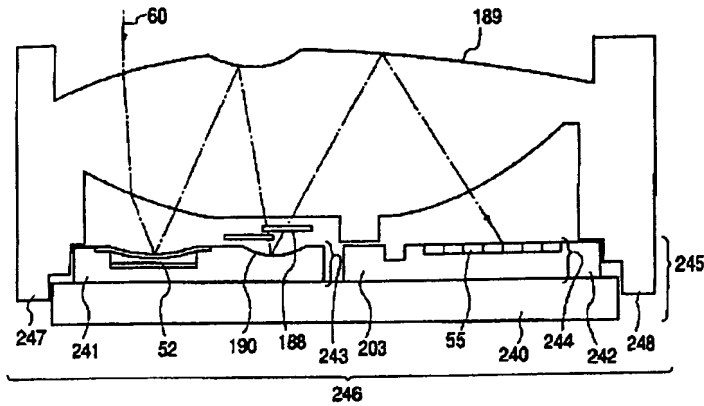
【図 12】



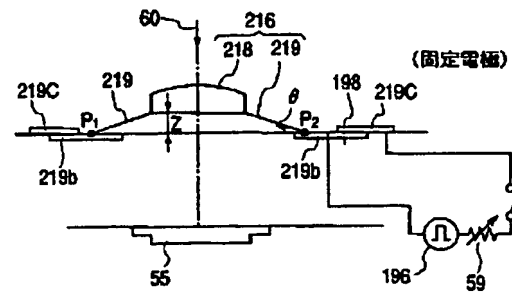
【図 11】



【図 9】

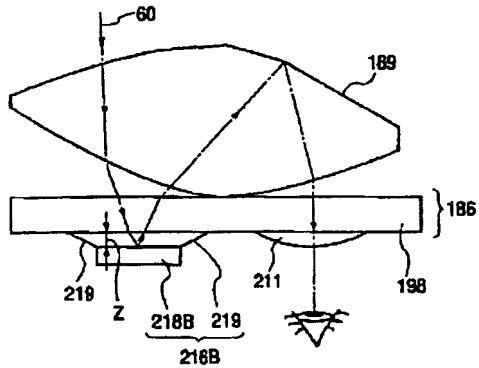


【図 13】

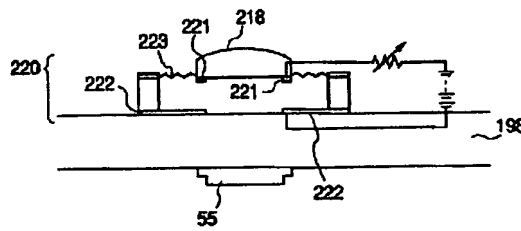


【図 17】

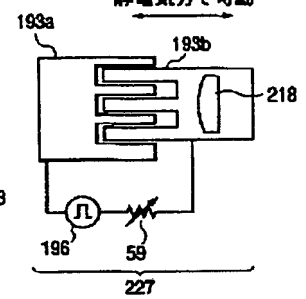
【図 14】



【図 15】



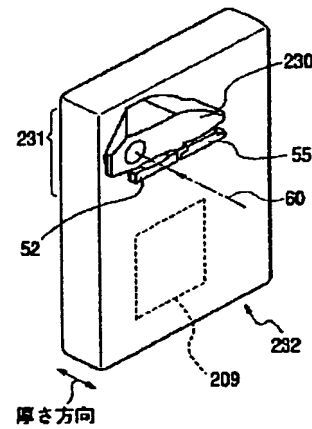
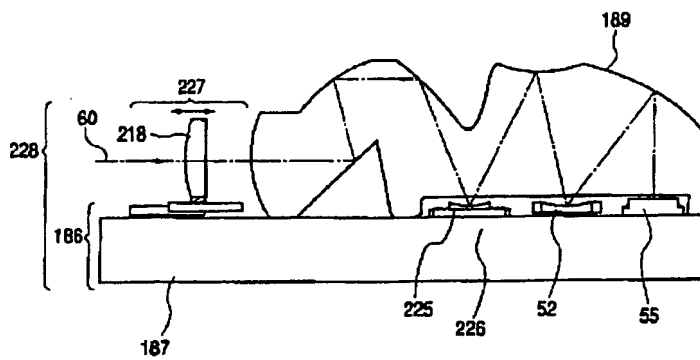
静電気力で可動



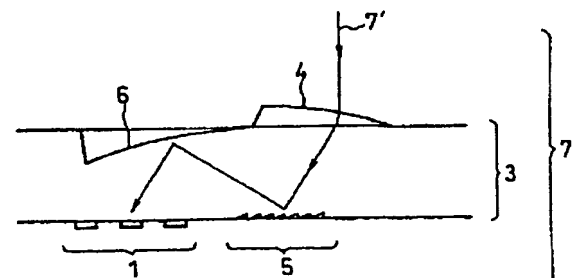
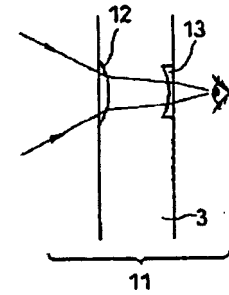
【図 18】

【図 25】

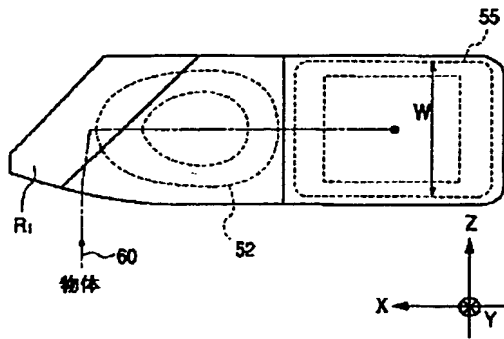
【図 16】



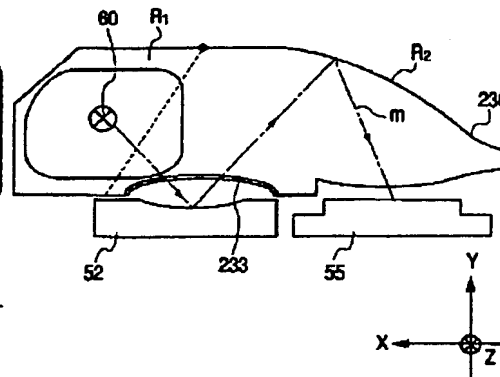
【図 23】



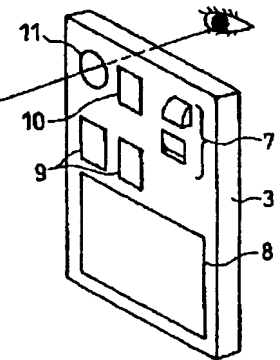
【図 19】



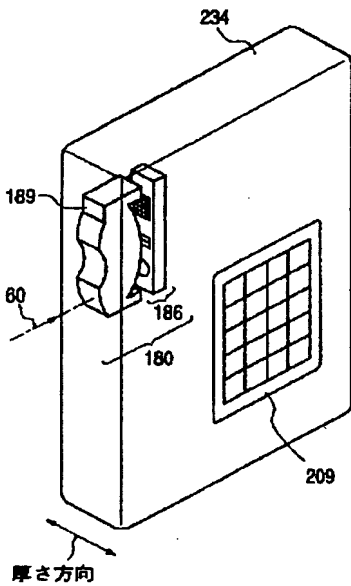
【図 20】



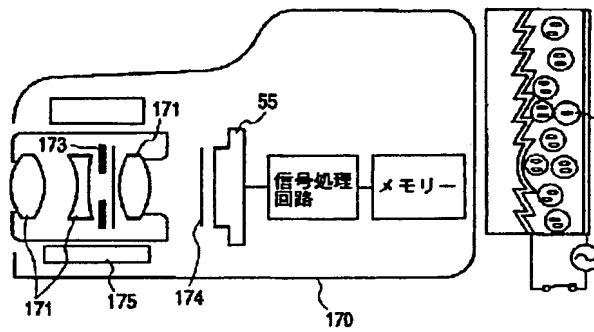
【図 24】



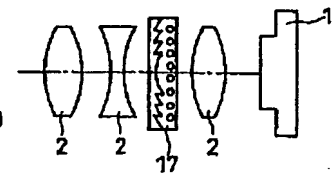
【図 21】



【図 22】

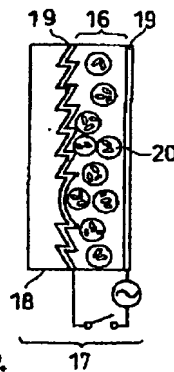


【図 28】

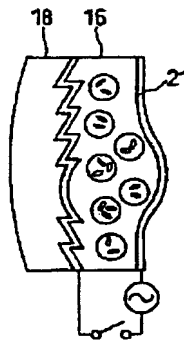


【図 32】

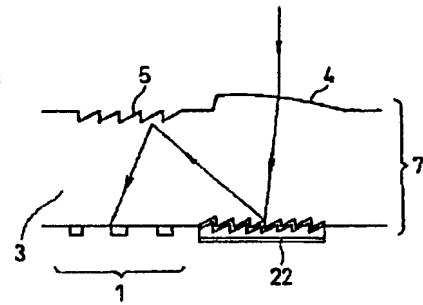
【図 27】



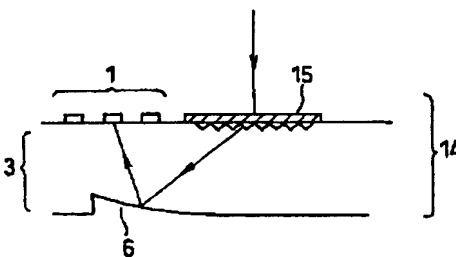
【図 29】



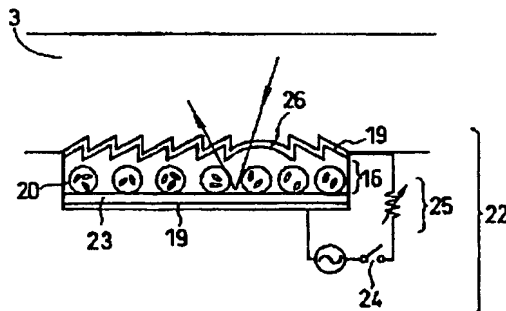
【図 30】



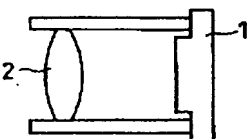
【図 26】



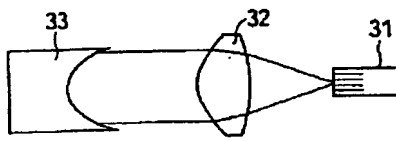
【図 31】



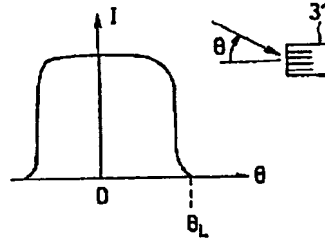
【図 33】



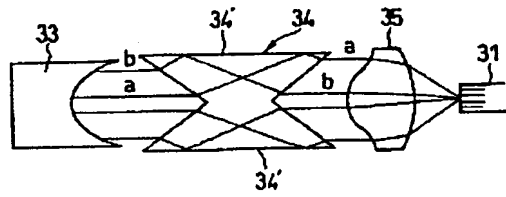
【図34】



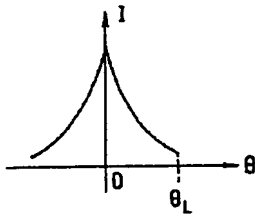
【図35】



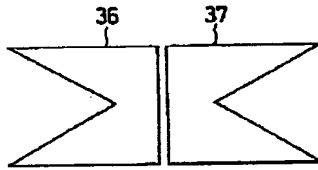
【図36】



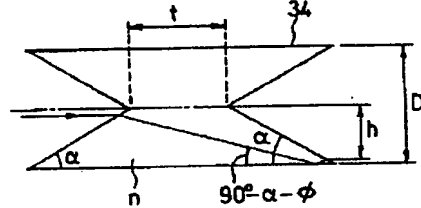
【図37】



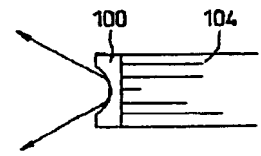
【図38】



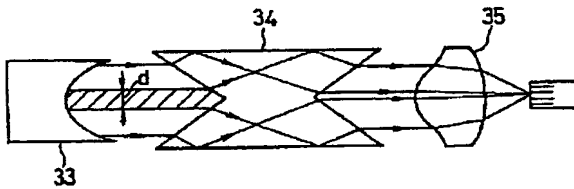
【図39】



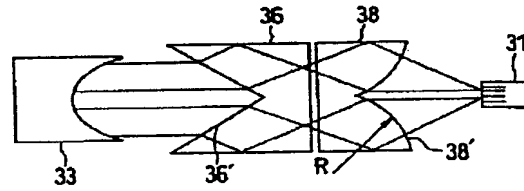
【図42】



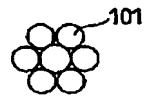
【図40】



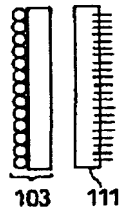
【図41】



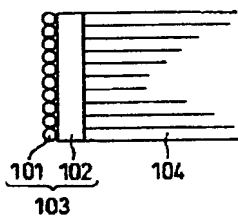
【図44】



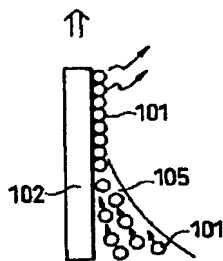
【図50】



【図43】



【図45】



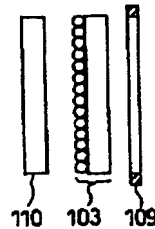
【図46】



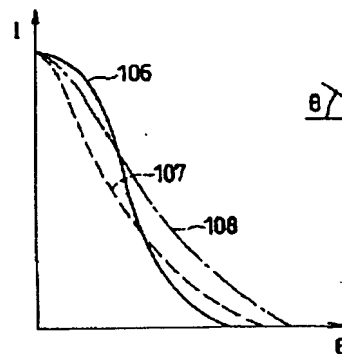
【図47】



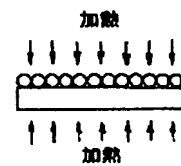
【図49】



【図48】



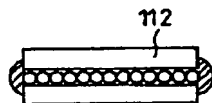
【図53】



【図51】



【図52】



【図 5 4】

